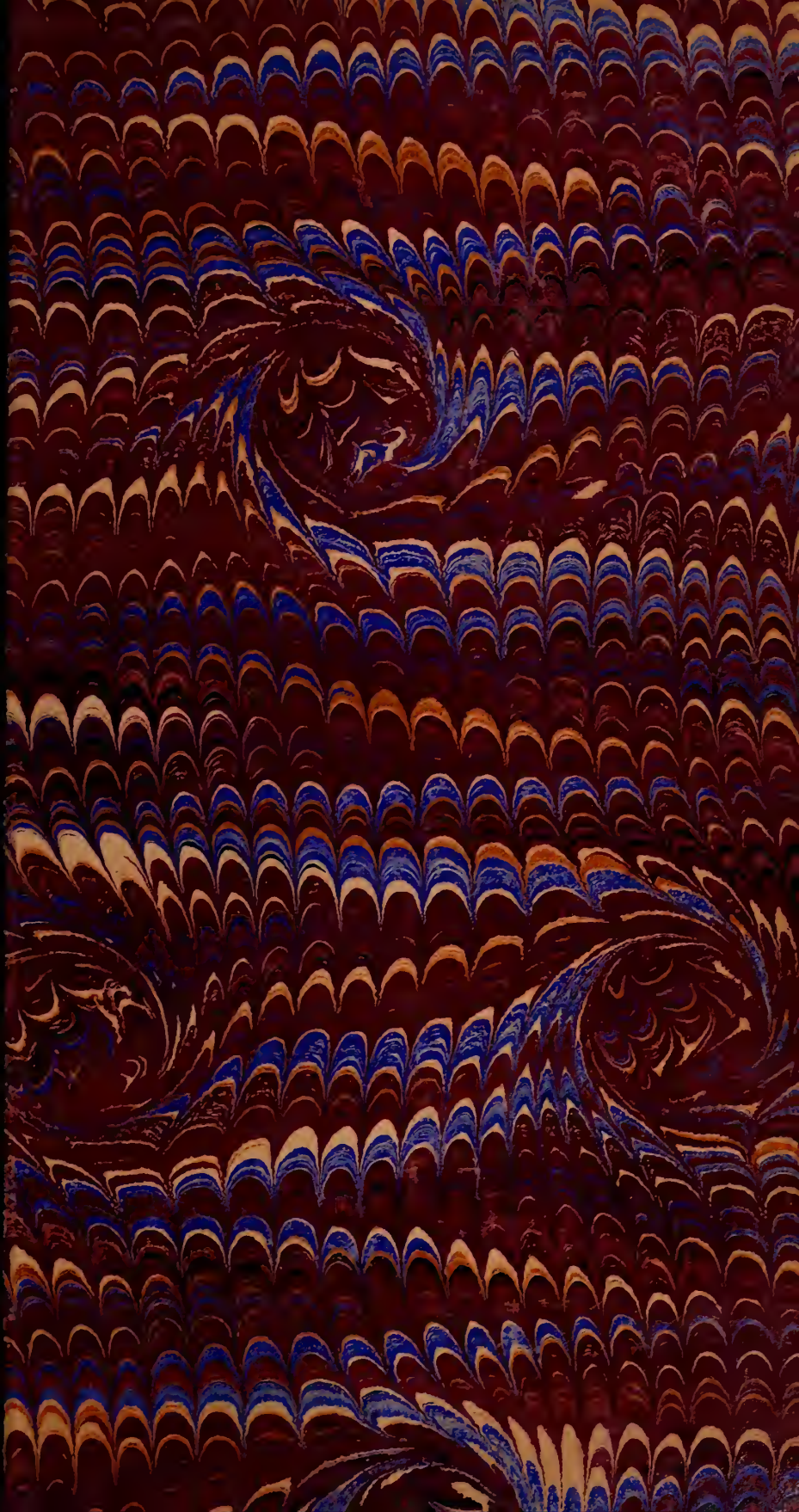


Q56
.R47
*

FOR THE PEOPLE
FOR EDVCATION
FOR SCIENCE

LIBRARY
OF
THE AMERICAN MUSEUM
OF
NATURAL HISTORY

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

5.06 (29.3) B
e6

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. cath., c. IV.

TROISIÈME SÉRIE

TOME VIII — 20 JUILLET 1905

(VINGT-NEUVIÈME ANNÉE; TOME LVIII DE LA COLLECTION)

LOUVAIN
SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE
(M. J. Thirion)
11, RUE DES RÉCOLLETS, 11

1905

LA RADIOACTIVITÉ [1]

Au lendemain de la mémorable découverte des rayons X par Rœntgen, les physiciens s'empressèrent de rechercher s'il n'existerait pas des substances capables d'émettre sous d'autres influences que le choc des rayons cathodiques, ces mystérieuses radiations qui traversent les corps opaques pour la lumière ordinaire. On sait que Henri Becquerel, le premier, rencontra dans le sulfate double d'uranyle et de potassium, en février 1896, une source de rayons capables d'impressionner la plaque photographique à travers le papier noir. C'était le premier corps *radioactif*, comme on dit aujourd'hui, et cette découverte allait poser aux physiciens un problème bien autrement ardu encore et de portée autrement considérable que les rayons de Rœntgen eux-mêmes.

On put croire un moment que les bases les plus essentielles de l'édifice scientifique moderne allaient être ébranlées. La loi fondamentale de la conservation de l'énergie semblait mise en défaut pour la première fois dans l'incessante émission de ces rayonnements qu'on aurait dits créés sans aucune intervention extérieure dans la matière qui les émettait. Et quand on eut reconnu que deux explications seulement étaient possibles, ou bien l'absorption

(1) Conférence faite à l'assemblée générale de la Société scientifique, à Bruxelles, le 4 mai 1905.

par les substances radioactives d'une forme de rayonnement qui traverserait librement les autres corps, ou bien la mise en liberté d'une réserve d'énergie accumulée dans ces substances lors de leur formation, les résultats concordants des études entreprises de toutes parts montrèrent bientôt de plus en plus clairement que la seconde seule était d'accord avec les faits. Malheureusement, l'énergie emmagasinée ne put être rapportée à aucune source connue : chimique, physique ou mécanique. Dès lors il ne fut plus possible de se dissimuler que la contradiction avec la loi de la conservation de l'énergie ne serait évitée qu'à la condition d'accepter cette autre énormité : une transformation des corps allant au delà de la limite des altérations chimiques pour atteindre l'atome lui-même, en un mot une *transmutation* de la matière.

On s'y fait petit à petit, le premier moment de stupeur passé, et la plupart de ceux qui s'occupent de ces études semblent en avoir pris leur parti : les phénomènes de la radioactivité nous font bel et bien assister à une désagrégation de l'atome, d'où résulte le changement d'un élément chimique simple en un autre entièrement différent. Ce n'est que logique d'ailleurs, du moment que nous acceptons la doctrine des ions gazeux, si solidement établie à présent par les mesures expérimentales. Car, si les atomes perdent des particules qui en faisaient partie intégrante, ils ne restent plus semblables à eux-mêmes, et dès lors nous ne devons plus nous étonner de leur trouver des propriétés radicalement différentes.

Nous allons, dans ce travail, exposer rapidement les principaux résultats obtenus jusqu'à présent dans l'étude déjà fort touffue des phénomènes de la radioactivité, en les rattachant à cette conception d'une transformation de l'atome lui-même. Mais, afin de ne pas mélanger sans nécessité le certain et l'incertain, le fait et l'hypothèse, nous retarderons le plus possible l'introduction de ce point de vue théorique, en nous attachant d'abord à l'ex-

posé des résultats acquis expérimentalement (1). Après avoir rappelé brièvement l'historique de la découverte et indiqué les méthodes de mesure, nous étudierons successivement les rayonnements des substances radioactives (et accessoirement les propriétés chimiques et physiques de ces substances), puis les émanations, la radioactivité induite, et enfin la théorie des changements atomiques.

Historique

On appelle *radioactivité* la propriété que possèdent certaines substances d'émettre *spontanément* des radiations capables de traverser les métaux ou d'autres corps opaques pour la lumière ordinaire. Ces radiations impressionnent les plaques photographiques et déchargent les corps électrisés en ionisant l'air. De plus, elles peuvent aussi, à l'état concentré, déterminer la phosphorescence et la fluorescence de certaines substances. Par ces caractères elles se rapprochent des rayons X, sans pourtant, comme nous le verrons, pouvoir être confondues avec eux ; mais elles s'en distinguent essentiellement par la spontanéité et la continuité de leur action, en l'absence de toute cause étrangère connue.

Le premier corps simple dont la radioactivité fut observée est l'uranium. En étudiant les radiations pénétrantes du sulfate double de potassium et d'uranyle découvertes par lui en 1896, H. Becquerel ne tarda pas à reconnaître que tous les sels de l'uranium jouissent du pouvoir radioactif et que le métal lui-même le possède à un degré supérieur. Cette propriété se trouva être insensible à tous les agents physiques ou chimiques connus ; elle n'a mani-

(1) Notre guide principal sera le remarquable ouvrage *Radio-activity* de Rutherford, un des savants qui ont le plus activement contribué aux conquêtes de la science dans ce nouveau domaine. Nous nous servirons aussi de la Thèse de Mme Curie.

festé aucune décroissance d'énergie durant tout le temps qui s'est écoulé depuis sa découverte, que les corps fussent conservés à l'obscurité dans des boîtes fermées ou bien exposés à l'air et à la lumière. Comme, d'autre part, elle est proportionnelle à la masse de l'uranium dans ses composés, on fut amené à la regarder comme une propriété atomique de cet élément, c'est-à-dire comme une propriété absolument invariable même en combinaison.

Le rayonnement émis est complexe, et nous verrons bientôt qu'il est possible d'y distinguer au moins trois espèces de rayons qui sont très inégalement absorbés par le milieu gazeux ou par les solides. On a cru un moment l'avoir réfléchi ou réfracté, comme la lumière ordinaire ; mais une étude plus serrée a démontré qu'il n'y a ni réflexion ni réfraction dans le sens usuel. Il se produit seulement un rayonnement secondaire à la surface des obstacles rencontrés, propriété déjà observée sur les rayons X. En revanche, les rayons sont déviés dans un champ magnétique ou électrostatique.

Pendant que Becquerel poursuivait ces recherches, Mme Curie se mit à examiner, au moyen de la méthode électrique fondée sur la mesure de l'ionisation produite dans l'air, les propriétés analogues que pourraient présenter tous les minéraux dont elle put se procurer des échantillons. Elle ne tarda pas à reconnaître la radioactivité dans ceux du thorium, découverte faite en même temps par M. Schmidt en Allemagne. Elle remarqua bientôt aussi, et cette constatation fut d'une importance capitale pour la suite, que certains minerais d'uranium avaient une activité supérieure à celle du métal pur. C'était le cas, notamment, de la pechblende. Une explication fort simple de cette anomalie s'offrit aussitôt à l'esprit de Mme Curie : la radioactivité extraordinaire de la pechblende pouvait être due à de minimes quantités d'une matière active autre que l'uranium ou le thorium.

Mais il fallait déceler cette matière active ; et c'est ici

que Mme Curie déploya une ténacité supérieure à tous les obstacles et destinée à être récompensée par la plus brillante des découvertes, celle du radium. Une étude préliminaire de la pechblende montra que son activité était liée à la présence du baryum. Extrait de la gangue, cet élément fut alors étudié de plus près, et toute l'investigation fut dirigée en prenant pour guide la radioactivité croissante ou décroissante observée sur les produits des diverses réactions chimiques. C'est ainsi qu'on reconnut enfin dans les solutions de chlorure de baryum qu'une partie du produit, celle précisément qui gardait la plus grande partie de l'activité, était moins soluble que le reste. En opérant un grand nombre de cristallisations fractionnées successives, on réussit finalement à dégager de plusieurs tonnes de pechblende ainsi traitées, quelques décigrammes d'un chlorure dont l'activité a été évaluée par Mme Curie à un million de fois celle de l'uranium. Giesel a rendu plus tard le procédé d'extraction plus rapide et moins pénible en opérant sur le bromure au lieu du chlorure.

Examiné au spectroscope, le nouveau corps découvert par Mme Curie donna un spectre d'étincelle très net et absolument caractéristique, dont le type se rapproche de celui des éléments alcalino-terreux. Porté dans la flamme d'un brûleur Bunsen, le bromure de radium la colore en carmin et donne deux bandes brillantes dans l'orangé, outre quelques lignes plus fines.

Ne doutant plus dès lors de la découverte d'un élément nouveau, Mme Curie se remit au travail pour fixer son poids atomique, dernière épreuve à lui faire subir avant de l'admettre définitivement au nombre des corps simples. Les premières déterminations donnèrent 137,5, nombre identique à celui du baryum. Mais bientôt, sur des échantillons de plus en plus purs, les chiffres s'élevèrent : 146 et 175 furent atteints successivement, puis enfin 225, que

Mme Curie accepte à présent comme très proche de la vérité, dans l'hypothèse de la bivalence du radium.

C'est ce corps étrange, auquel restera attaché le nom de Mme Curie, qui a permis d'étudier de plus près les merveilleuses propriétés désignées, d'après lui, sous le nom général de *radioactivité* : car, comme nous l'avons dit, il les possède à un degré éminent. La suite du présent travail est entièrement consacrée à l'étude des principales d'entre elles. Contentons-nous ici de signaler rapidement celles qui sont accessoires au point de vue de la théorie.

Les sels de radium sont blancs durant les premières heures et fort semblables d'aspect à ceux du baryum. Ils se colorent peu à peu. Ils colorent aussi le verre des tubes qui les contiennent. Les teintes vont du violet au noir d'après la concentration des produits. Tous sont spontanément phosphorescents. Ils détruisent les matières organiques, d'où certains emplois indiqués en thérapeutique ; mais il y faut beaucoup de prudence. Enfin, grâce à la chaleur qu'ils émettent constamment et dont il sera reparlé plus loin, ils maintiennent leur température à quelques degrés au-dessus de celle du milieu environnant.

Avant le radium, Mme Curie avait séparé de la pechblende un autre corps radioactif, mais de force moindre, le polonium, généralement associé au bismuth. Il n'a qu'une espèce de radiations, tandis que le radium en a trois, et son activité diminue avec le temps. Cette dernière particularité est de nature à le faire considérer moins comme un élément que comme un stade de l'évolution d'un autre élément radioactif, comme il sera montré par la suite. D'ailleurs on n'a pu, jusqu'à présent, reconnaître sûrement son spectre.

Un autre corps radioactif, l'actinium, trouvé par Debierne, et peut-être identique à un corps semblable découvert par Giesel, a des propriétés qui le rapprochent du thorium, qu'il peut surpasser de beaucoup en activité. Il n'est pas impossible qu'il soit la vraie source de l'acti-

vité du thorium. Mais ici les recherches sont trop peu avancées pour hasarder aucune affirmation. Il en est de même de quelques autres substances radioactives où on a cru rencontrer des éléments différents des précédents.

Méthodes de mesure

Parmi les propriétés des substances radioactives, il en est deux qui se prêtent à la mesure : leur action sur la plaque photographique, et l'ionisation des gaz dans leur voisinage.

La première, fort employée au début, n'est plus guère en usage que pour l'étude de la courbure des rayons sous l'effet des champs magnétique ou électrostatique. Là elle rend de précieux services. Dans tous les autres cas elle présente de graves inconvénients. Ainsi, elle demande des temps de pose considérables, ce qui laisse tout loisir à une foule de causes accessoires, souvent difficiles à démêler, qui peuvent produire aussi un noircissement de la plaque. Mais surtout, elle donne des résultats très différents, à intensité de radiation égale, suivant la nature des rayons ; et ce sont justement les rayons qui jouent le rôle principal dans les phénomènes de la radioactivité, à savoir les rayons α, qui sont le plus fortement absorbés par le papier noir dont on doit envelopper la plaque.

On recourt donc de préférence aux méthodes électriques, qui sont très rapides et extrêmement sensibles. Elles sont toutes basées sur l'ionisation produite dans l'air par les rayons. Grâce à cette ionisation l'air devient conducteur, et il le devient d'autant plus que le nombre des ions produits est plus considérable. D'un autre côté, un courant qui traverse l'air en utilisant ces ions a une intensité croissante avec le champ jusqu'à une valeur limite dite *courant de saturation*. Pour se maintenir dans des

conditions comparables on se sert toujours d'un champ suffisant pour avoir le courant de saturation.

Un galvanomètre sensible peut servir dans certains cas à mesurer le courant, par exemple avec des échantillons de radium très actifs en quantité suffisante. Pour donner une idée de l'ordre de grandeur de ces courants, on peut citer une observation de Rutherford, où le galvanomètre indiquait $1,1 \times 10^{-8}$ ampères pour 0,45 gr. de chlorure de radium d'activité égale à mille fois celle de l'oxyde d'uranium, répandu sur un disque de 33 cm^2 et placé à 4,5 cm. au-dessous d'un second disque. La différence de potentiel entre les deux disques était de 600 volts.

Mais la plupart du temps on opère sur des quantités beaucoup moindres et souvent sur des substances notablement moins actives.

Il faut alors recourir soit à l'électroscope, soit à l'électromètre à quadrants.

Dans l'électroscope de M. et Mme Curie il y a deux plateaux, comme dans l'expérience précédente : le plateau supérieur est isolé et communique avec une tige verticale qui porte la feuille d'or ; l'autre est fixé directement sur une enveloppe métallique qui entoure tout l'instrument et doit se mettre au sol quand les parties isolées sont chargées. On observe la vitesse de chute de la feuille d'or projetée sur une graduation faite sur la paroi.

C. T. R. Wilson a fait emploi d'un électroscope d'une précision extrême, et où l'erreur due à la déperdition le long de l'isolant solide qui porte le système mobile est absolument évitée, grâce à un artifice très ingénieux. La tige à laquelle est fixée par son extrémité supérieure la feuille d'or (qui est ici très étroite, ainsi que la tige, pour diminuer la capacité) n'est pas directement insérée dans le bouchon isolant qui traverse la paroi, mais dans une perle de soufre portée par une seconde tige métallique. C'est cette dernière qui traverse le bouchon isolant. Pendant les mesures, on la charge à un potentiel un peu supérieur

à celui de la feuille d'or et de même signe. De la sorte, les très faibles fuites qui pourraient se produire ne feraient qu'augmenter la divergence des feuilles, si bien que l'effet étudié, qui est toujours un rapprochement, ne leur sera jamais dû. Une petite tige métallique mobile isolée de la paroi vient toucher la base de la feuille d'or pour lui donner sa charge initiale.

Cet appareil convient particulièrement pour étudier l'ionisation naturelle de l'air. En lui donnant un volume intérieur de 1 litre, Wilson obtenait par exemple une chute de potentiel de 6 volts par heure avec de l'air ordinaire. Pour une capacité (électrostatique) de 1 unité environ, cela correspond à un courant de $1,9 \times 10^{-15}$ ampère. On pouvait descendre au moins dix fois plus bas, si bien qu'il était possible de déceler un courant dû à la formation d'un ion seulement par centimètre cube et par seconde.

L'électromètre à quadrants ordinaire, employé avec les précautions nécessaires, est l'appareil de mesure qui convient au plus grand nombre de cas. Généralement on dispose les matières radioactives sur un plateau électrisé. Un second plateau, placé en regard du premier, est mis au sol. Pour faire une mesure, on coupe sa communication avec le sol et on le met aussitôt en relation avec l'électromètre. L'aiguille de celui-ci entre alors en mouvement, et on déduit le courant de la vitesse de sa marche combinée avec la capacité de l'électromètre. On doit disposer d'un jeu de capacités auxiliaires graduées afin de faire varier les limites de sensibilité de l'appareil.

Les Curie se sont servis le plus souvent dans leurs travaux d'un quartz piézo-électrique. On sait que ce cristal, comprimé suivant une certaine direction ou tendu suivant une autre, jouit de la propriété de mettre de l'électricité en liberté. En agissant sur les poids qui produisent la tension, on peut régler cette quantité d'électricité de manière à neutraliser exactement celle que l'on veut étudier dans les phénomènes radioactifs. La valeur des poids correspondants en donne une mesure.

Les trois types de radiations

Si les méthodes de mesure qui viennent d'être indiquées nous donnent des renseignements sur la grandeur des divers effets de la radioactivité et sur leurs variations avec le temps, elles ne permettent pas de reconnaître la nature même de ces effets. Des propriétés générales qu'ils ont en commun avec les rayons X, les rayons cathodiques et les rayons ultra-violets, on peut déduire qu'il faut sans doute leur attribuer le même mécanisme, et dès lors on s'est trouvé amené à leur appliquer les mêmes procédés d'examen. On a donc cherché à dévier les radiations par un champ magnétique ou par un champ électrostatique, et on a déterminé leurs coefficients d'absorption respectifs dans les solides et les gaz.

Dans ces conditions, on n'a pas tardé à reconnaître qu'il y a en réalité trois espèces de radiations très nettement distinctes ; on les a désignées par les premières lettres de l'alphabet grec. Les trois corps radioactifs les mieux connus à l'heure qu'il est, l'uranium, le thorium et le radium, les donnent toutes les trois. Elles n'ont pas encore été retrouvées toutes dans les autres.

Voici leurs caractères généraux.

Les rayons α sont très fortement absorbés par les métaux et par l'air. Ils consistent en particules chargées positivement et projetées avec une vitesse égale, dans le vide, au dixième environ de celle de la lumière. Leur déviation électrique ou magnétique est extrêmement faible. Ils ressemblent, en somme, aux rayons-canaux des tubes à gaz raréfié.

Les rayons β traversent des épaisseurs de métal ou d'air beaucoup plus grandes que les rayons α. Leurs charges sont négatives, et leurs vitesses, de l'ordre de celle de la lumière. Les déviations qu'ils subissent sont aussi beaucoup plus accentuées. Tous leurs caractères les rapprochent donc des rayons cathodiques.

Enfin les rayons γ sont bien plus pénétrants encore, mais non déviables dans le champ magnétique. Par conséquent ils ne transportent point de masses électriques. Dès lors on peut les assimiler aux rayons de Rœntgen. Cependant leur étude, fort difficile, est assez peu avancée.

Les pouvoirs ionisants de ces diverses radiations sont fort différents et sensiblement inverses des pouvoirs pénétrants. Au premier rang on trouve donc les rayons α qui ionisent à peu près 100 fois plus que les rayons β, et ceux-ci à leur tour, 100 fois plus que les γ. Mais ces rapports ne restent pas absolument invariables quand on passe d'un corps radioactif à un autre. De plus, certains rayonnements, surtout les β, sont très complexes. Ces valeurs ne doivent donc être considérées que comme une première approximation.

Entrons maintenant dans quelques détails plus précis sur chacun des rayonnements.

La déviation magnétique des rayons α est si faible qu'elle a été méconnue dans les premières recherches. Elle est étudiée par Rutherford de la manière suivante. Une couche très mince de radium extrêmement actif (au moins 19 000 fois plus que l'uranium) est étendue sur le fond d'une boîte métallique partagée en une vingtaine au moins de compartiments très étroits par un système de plaques métalliques parallèles espacées de 0,042 cm. à 0,1 cm. Ces plaques sont disposées verticalement et ne vont pas jusqu'au fond. Le dessus de cette boîte débouche dans le fond de l'électroscope et peut en être séparé à volonté par une feuille d'aluminium qui n'a que 0,000 34 cm. d'épaisseur. Enfin un lent courant d'hydrogène descend de l'électroscope dans la boîte pour entraîner les émanations qui, comme nous le verrons plus loin, troubleraient considérablement les résultats.

Dans ces conditions, on observe d'abord la vitesse de chute de la feuille de l'électroscope en l'absence du champ magnétique. Dans une série d'expériences, on a trouvé par

exemple 8,33 volts par minute. En créant alors un champ magnétique très intense dont les lignes de force sont parallèles aux plaques, on dévie les trajectoires des rayons de manière à les faire tomber sur ces plaques, où les rayons sont alors absorbés. La chute de voltage n'est plus que de 1,72 par minute.

Il faut maintenant déterminer la part qui revient aux rayons α dans cette diminution. Pour cela, il suffit de couvrir la matière active d'une petite lame de mica. Les rayons α y sont complètement absorbés, tandis que les rayons β et γ la traversent sans diminution sensible. Avec cette lame de mica la chute de voltage est réduite à 0,93 en l'absence du champ magnétique et à 0,92 quand le champ est excité. Ce dernier chiffre représente l'effet des rayons γ (non déviés) et celui de la perte ordinaire de l'électroscope ; 0,93, ces deux effets augmentés de celui des rayons β ; la différence entre 0,93 et 1,72, l'effet dû aux rayons α non déviés par le champ ; et enfin la différence entre 1,72 et 8,33, l'effet dû aux rayons α déviés. Dans des expériences postérieures la totalité des rayons α a pu être déviée dans un champ plus énergique encore, montrant ainsi que dans ces rayons il n'y a que des particules électrisées en mouvement, et que leur pouvoir ionisant est incomparablement plus grand que celui des rayons β.

Le même appareil peut servir à produire un champ électrostatique. Il suffit de donner aux plaques de même parité des potentiels convenables et un signe opposé à celui des plaques de parité contraire. On reconnaît alors que les rayons α sont chargés positivement.

Becquerel a retrouvé ces résultats par une méthode photographique. Le radium, déposé dans une rainure étroite et profonde pratiquée dans un bloc de plomb, envoyait son rayonnement sur une plaque photographique placée à petite distance. Un écran percé d'une fente achevait de délimiter le pinceau. L'impression obtenue était très nette, ce qui montre en outre que les diffé-

rences de déviabilité trouvées dans l'expérience de Rutherford ne sont pas en réalité très considérables.

Du moment que les déviations ont été mesurées dans un champ magnétique et dans un champ électrostatique, on sait qu'il est facile d'en tirer la valeur de la vitesse v et celle du rapport $\frac{e}{m}$ de leur charge à leur masse. On a trouvé dans les deux méthodes respectivement pour v : $2,5 \times 10^9$ cm. et $1,65 \times 10^9$ cm. par seconde ; pour $\frac{e}{m}$: 6×10^3 et $6,4 \times 10^3$.

La vitesse est environ dix fois plus grande que celle des rayons-canaux de Goldstein ; elle est sans doute variable entre certaines limites assez rapprochées, tandis que la charge e et la masse m resteraient les mêmes. Ainsi s'expliquent les déviations inégales observées. Quant au rapport $\frac{e}{m}$, on peut remarquer qu'il est sensiblement la moitié de celui de l'hydrogène, 10^4, dans l'électrolyse. Si donc nous sommes amenés à une hypothèse sur la nature de la masse matérielle des rayons α, nous ne pourrons la regarder que comme de l'hydrogène ou bien de l'hélium, les seuls éléments dont le poids atomique ou le poids moléculaire aient des valeurs du même ordre.

Une expérience extrêmement curieuse, imaginée par W. Crookes, permet de voir en quelque sorte directement cette émission de particules pesantes qui constitue les rayons α. Il a été reconnu dès le principe que les substances radioactives excitent la luminosité des écrans phosphorescents. Or, en examinant à la loupe la surface du sulfure de zinc soumis au rayonnement du radium, W. Crookes reconnut que la lueur se décompose en une multitude de points brillants qui font successivement leur apparition, puis disparaissent aussitôt, donnant ainsi l'impression d'une suite désordonnée de petites explosions microscopiques. L'expérience se répète indéfiniment avec le *spinthariscope*, nom donné au petit appareil par son auteur.

La seule explication acceptable proposée jusqu'ici pour ce phénomène est celle qui s'est présentée naturellement tout d'abord à W. Crookes, à savoir que les scintillations résultent du choc des particules α, choc dont la force vive, facile à calculer au moyen des valeurs connues de v, $\frac{e}{m}$ et e, est certainement plus que suffisante pour rendre compte de l'énergie lumineuse produite. On aurait donc affaire, pour la première fois, à des manifestations individuelles des atomes, peut-être même des fractions d'atome.

Sur la mesure de l'absorption il reste peu de chose à dire. Les méthodes sont simples : il suffit de recouvrir la matière de couches métalliques d'épaisseurs croissantes, ou bien de faire traverser au rayonnement des distances croissantes dans un gaz et de mesurer l'ionisation correspondante au moyen d'un électroscope. On trouve ainsi que l'absorption se fait suivant une loi géométrique, c'est-à-dire que l'activité tombe à une même fraction de sa valeur pour chaque épaisseur égale traversée et qu'elle est proportionnelle à la densité des milieux traversés, sauf quelques exceptions à étudier de plus près.

Sur les rayons β les recherches que nous venons de rapporter à propos des rayons α ont pu être effectuées bien plus facilement et, en fait, c'est par celles-là qu'on a commencé. Ainsi, dans la méthode photographique, Becquerel a réussi à obtenir l'impression de rayons qui avaient décrit dans l'air un cercle complet. Pour cela, il disposait la matière active dans une petite auge en plomb très étroite, placée, l'ouverture en haut, sur le bord d'une plaque photographique. En créant alors un champ magnétique tel que les rayons lancés verticalement se trouvaient déviés en dehors de la plaque, il leur faisait aisément contourner le bord et venir marquer leur impression *au-dessous* de la cuve en plomb. Les marques obtenues sont diffuses, ce qui indique qu'on a affaire à des rayonnements de vitesses différentes, inégalement déviés par le champ.

La méthode de l'électroscope est la même en principe que pour les rayons α. Seulement, il faut se débarrasser de ces derniers. On y arrive aisément en couvrant la matière d'une mince lame d'aluminium. En outre, la facilité de la déviation des rayons β dispense du système de plaques très rapprochées employées pour les rayons α. Deux plaques modérément espacées suffisent pour absorber les rayons β, si grande est leur courbure sous l'action du champ.

On peut même la montrer sur un écran fluorescent.

La déviation dans le champ électrique se mesure avec la même facilité, et, en combinant les résultats obtenus dans les deux champs, on trouve $v = 1,6 \times 10^{10}$ cm. par seconde, et $\frac{e}{m} = 10^7$.

Le rapport de la charge à la masse est le même que dans le cas des rayons cathodiques. Il est donc très probable que ces rayons sont de même nature que les rayons β, et que la masse m y est aussi la 1800e partie de l'atome d'hydrogène, puisqu'il est très probable que la charge élémentaire e est identique dans les deux cas ($= 1,13 \times 10^{-20}$ unité électromagnétique).

On peut vérifier le signe négatif des rayons β non seulement par le sens des déviations subies dans le champ magnétique ou électrique, mais aussi par des expériences directes. Celles-ci ne devront pas se faire dans l'air, puisque l'ionisation rendrait le milieu conducteur et dissiperait les charges avant qu'on puisse les observer. Mais on voit très bien se charger négativement un conducteur entouré de paraffine ou d'ébonite présenté au rayonnement β, tandis que la cuve en plomb qui contient le corps actif prend le signe positif si elle est isolée. Plusieurs observateurs ont d'ailleurs reconnu qu'une parcelle de corps radioactif renfermée pendant quelque temps dans un tube de verre fermé à la lampe y accumulait une charge électrique : car en ouvrant le tube avec une lime, ils virent une étincelle

très vive au moment de la rupture de la paroi. C'étaient naturellement les rayons α seuls qui avaient été emmagasinés ; les rayons β avec leurs charges négatives avaient aisément traversé le verre.

Si les rayons β ne diffèrent pas des rayons cathodiques par la valeur du rapport $\frac{e}{m}$, ils s'en distinguent par leur vitesse, qui est extrêmement considérable. Nous avons cité le chiffre $1,6 \times 10^{10}$, qui est déjà égal à la moitié de la vitesse de la lumière. Mais d'autres déterminations ont donné des valeurs bien plus élevées encore. Il ne faut pas oublier que le rayonnement est complexe. L'ensemble des chiffres obtenus est compris entre 0,33V et 0,96V, V étant la vitesse de la lumière. Dans un tube à gaz raréfié les rayons cathodiques font généralement 2×10^9 cm. à la seconde.

Ces vitesses extraordinaires ont engagé les physiciens à reprendre avec plus de soin les déterminations de v et de $\frac{e}{m}$ et on constata bientôt que $\frac{e}{m}$ décroît à mesure que v augmente. J. J. Thomson et M. Abraham, s'appuyant sur ce fait qu'une charge d'électricité en mouvement se comporte comme si elle avait une inertie, firent la théorie de cette variation, et Kaufmann vérifia sa concordance avec les faits. La masse ne change que très lentement tant que la vitesse reste inférieure à 0,33V. Puis son accroissement s'accélère, tout en restant modéré, jusqu'à 0,99V, où elle est 3,28 fois plus grande. Au delà, la courbe monte de plus en plus rapidement et tend vers l'infini pour une vitesse égale à V.

De ces remarquables travaux résultent alors deux conclusions extrêmement intéressantes. La première, que la masse d'une charge électrique en mouvement pourrait être tout entière d'origine électromagnétique. Comme elle est très sensiblement constante à des vitesses modérées et que d'autre part les électrons doivent être supposés animés d'un mouvement même quand ils ne sont pas libres,

parce qu'ils ne pourraient pas acquérir instantanément l'énorme force vive qu'ils manifestent quand ils sont expulsés, il s'ensuit qu'on est en droit de se demander si toute masse et toute inertie n'ont pas la même origine. Nous avons déjà exposé ces idées dans un travail antérieur (1). La seconde, c'est que toute vitesse de transport supérieure à V est absolument impossible, puisque la masse serait alors infinie. Les vibrations seules pourraient se propager plus vite.

L'étude de l'absorption des rayons β est difficile, à raison de la complexité du faisceau qu'on obtient. Sur l'uranium, où ils sont plus homogènes, on a pu reconnaître que l'absorption est, dans la plupart des cas, proportionnelle à la densité, comme celle des rayons α.

Des rayons γ nous n'avons plus grand'chose à dire, sinon que leur pouvoir pénétrant est notablement plus grand que celui des rayons X, avec lesquels ils ont beaucoup d'affinité. Ainsi ils affectent encore un électroscope après avoir traversé 30 cm. de fer, comme on a pu le constater en opérant sur 30 mgr. de bromure de radium.

Enfin les trois espèces de radiations produisent des rayonnements secondaires en tombant sur les obstacles, tout comme les rayons X.

Variations de la radioactivité

Puisque la radioactivité est une propriété atomique, c'est-à-dire une propriété qui se conserve inaltérée à travers toutes les combinaisons et décompositions chimiques auxquelles les éléments radioactifs se trouvent prendre part, il semblerait naturel d'admettre qu'elle est inséparable de ces éléments. On le croirait d'autant plus volontiers que les extrêmes de température, comme les extrêmes

(1) Voir REVUE DES QUEST. SCIENTIF., janvier 1903, p. 65, *Les Électrons*.

de pression, ainsi que n'importe quel autre agent physique, se montrent sans influence sur la quantité de rayonnement produit. La seule variation qu'on devrait s'attendre à trouver serait donc une diminution lente de l'action à mesure que le pouvoir rayonnant s'épuise.

En réalité, il n'en est pas tout à fait ainsi. Il est possible en effet, par des traitements appropriés, d'enlever aux substances actives des résidus de diverse nature qui, au moment de leur séparation, entraînent avec eux une partie importante de l'activité. Mais cette modification est passagère, et le retour à l'état antérieur se fait de telle sorte que le corps radioactif *désactivé* regagne sa propriété émissive précisément dans la mesure où le résidu activé la perd. Ce qui reste donc constant, c'est la somme des activités du corps primitif et de tous les produits radioactifs qui en dérivent. Il nous reste à faire l'étude de ces modifications. Nous y trouverons des confirmations et des développements extrêmement intéressants des conclusions déjà obtenues dans les pages qui précèdent.

Avant d'entrer dans le détail, portons d'abord notre attention sur la loi suivant laquelle se produisent les variations de radioactivité. Qu'il s'agisse du regain d'activité des corps désactivés ou de la disparition graduelle de l'activité concentrée sur un résidu, cette loi s'exprime toujours par une fonction exponentielle, c'est-à-dire que l'activité est donnée par une équation où le temps se rencontre comme exposant d'une constante. Ainsi, λ étant une constante particulière à chaque substance déterminée, e la base des logarithmes naturels ou népériens (dont la valeur est 2,718 28...), si on représente par I_0 l'activité du produit qui vient d'être séparé et par I_t celle qui reste à ce produit après un temps t, la loi de décroissance sera donnée par $\frac{I_0}{I_t} = e^{-\lambda t}$. En d'autres termes, les valeurs successives du rapport de l'activité initiale à l'activité au temps t sont données par les termes d'une progression géométrique dont la base est e, et la raison $^{-\lambda t}$.

Avec les mêmes valeurs des constantes, l'équation pour la récupération de l'activité perdue est $\frac{I_t}{I_0} = 1 - e^{-\lambda t}$. Seulement, ici, I_0 qui représente l'activité recouvrée en totalité est atteint à la fin de la variation, tandis que dans le cas précédent, I_0, activité maxima, était la valeur au début. Les temps se comptent donc en sens contraire dans l'un et l'autre cas par rapport à la valeur limite.

Le premier cas de séparation de l'activité des substances radioactives dont nous aurons à nous occuper est celui de l'uranium X et du thorium X.

W. Crookes, en 1900, a trouvé que l'uranium en solution, précipité par le carbonate d'ammoniaque et redissous dans un excès du réactif λ, laissait un faible résidu insoluble, dans lequel se retrouva toute la radioactivité possédée primitivement par l'uranium. Il appela ce résidu Ur X. Becquerel obtint le même résultat par une autre méthode. L'un et l'autre se servirent d'une plaque photographique, enveloppée de papier noir. Par conséquent, les rayons α se trouvant absorbés par ce papier, l'effet étudié doit se rapporter aux rayons β. La méthode électrique donne un résultat directement opposé, ce qui s'explique sans peine quand on se rappelle que les rayons α produisent la plus grande partie de l'ionisation dans le gaz. Si donc on n'observe pas l'apparition du pouvoir ionisant sur le résidu, ni sa diminution sur l'uranium, c'est que la source des rayons α n'est pas transportée en même temps que celle des rayons β sur ce résidu.

Le Th X a été découvert par Rutherford et Soddy, l'année suivante. Il émet surtout des rayons α. On l'obtient par une méthode analogue. Seulement, c'est l'ammoniaque, cette fois, qui sert à précipiter le thorium de sa solution. Après avoir évaporé le liquide restant et l'avoir calciné pour le débarrasser des sels d'ammonium, ces physiciens obtinrent un résidu qui, parfois, avait une activité plusieurs milliers de fois plus grande à égalité de poids que

celle du thorium dont il tirait son origine, tandis que celui-ci ne gardait que la moitié de son activité primitive, mesurée par l'ionisation.

Dans les deux cas l'élément radioactif avait regagné son activité première au moment précis où le résidu avait perdu la sienne et, à un instant quelconque de la transformation, la somme des activités du résidu et de la substance-mère était restée constante.

Mais la rapidité de la transformation n'avait pas été la même dans les deux cas. L'activité de l'Ur X était tombée à la moitié de sa valeur primitive au bout de vingt-deux jours environ ; celle du Th X, en un peu moins de quatre jours.

Enfin, sur le radium le phénomène, très rapide s'il existe, n'a pu être observé jusqu'ici.

Tels sont les faits, appuyés sur un grand nombre de mesures répétées dans les circonstances les plus diverses, entre autres en éloignant l'un de l'autre les corps désactivés et leurs résidus X, les entourant même de plomb ou les plaçant dans le vide, pour empêcher toute action réciproque. Rutherford en propose l'explication suivante. Les divers rayonnements produits par les éléments radioactifs ne sont pas, pour la plus grande partie, émis directement par ces éléments eux-mêmes, mais par une substance chimiquement différente qu'ils élaborent constamment. Cette substance nouvelle, l'Ur X et le Th X (peut-être aussi le Ra X), perd progressivement son pouvoir radioactif et abandonne finalement un résidu inerte. On comprend fort bien, en effet, dans cette hypothèse, comment la radioactivité demeure constante dans les circonstances ordinaires : c'est que de la production et de la destruction graduelle de cette propriété il résulte une espèce d'équilibre de régime, qui peut être troublé momentanément si on parvient à enlever brusquement une quantité de radioactivité qui ne devait disparaître que petit à petit, mais qui peut aussi se rétablir spontanément par la production continue de nouvelle matière radiante.

Le point délicat est l'admission d'un corps chimiquement différent formé par l'évolution spontanée des corps radioactifs. Mais, on le sait déjà, l'ensemble des phénomènes de la radioactivité rend la possibilité et la réalité de transmutations de ce genre de plus en plus vraisemblables. Ici, pourtant, les preuves sont jusqu'à présent moins fortes que dans le cas de l'émanation, par exemple, dont nous parlerons bientôt. Quoi qu'il en soit, on n'aperçoit pas d'autre explication plausible pour le moment.

Voici donc comment Rutherford essaie d'établir sa thèse. D'abord, il est inutile de tenter d'expliquer les phénomènes par une activation secondaire produite dans la solution par son contact avec le thorium ou l'uranium, et qui serait retenue ensuite. Car alors on ne s'expliquerait pas pourquoi le phénomène ne se produit qu'avec un seul réactif bien déterminé : tous ceux qui précipitent les deux éléments de leurs solutions devraient le donner. De plus, la différence des réactions nécessaires pour obtenir soit Ur X, soit Th X, montre que ces produits sont chimiquement différents.

En second lieu, on ne peut recourir à une action chimique dans le sens ordinaire. En effet, les longues études faites sur l'activation et la désactivation ont montré que l'allure de ces phénomènes est absolument indépendante de tout ce qu'on a pu imaginer d'agents physiques ou chimiques pour essayer de ralentir ou d'accélérer leur marche. Impossible de trouver la moindre différence quand on opérait dans l'air liquide ou au rouge blanc, à la lumière ou dans l'obscurité, en solution ou à l'état solide, après de nombreuses transformations chimiques ou à l'état vierge.

Il faut avouer qu'une réaction chimique qui se montrerait à ce point insensible à l'influence de toute cause étrangère, surtout de la chaleur dans des limites aussi étendues, aurait de quoi nous surprendre presque autant que la transmutation elle-même.

L'émanation

Mais c'est surtout dans le cas de l'émanation qu'il est difficile de se refuser à voir la production spontanée d'un élément chimique simple absolument différent d'un autre élément simple qui lui donne naissance. Ici, en effet, les preuves abondent. Sans doute, la question est de telle importance qu'on peut encore suspendre son jugement et attendre qu'il ait été démontré péremptoirement que les phénomènes n'admettent que cette explication-là : car on a le droit d'être plus exigeant ici que lorsqu'il s'agit de phénomènes rentrant dans un ordre de choses reconnu et obéissant à un système de lois depuis longtemps éprouvé. Toujours est-il que la production d'un corps nouveau, à l'état gazeux, dans l'émanation, repose sur des preuves aussi solides en elles-mêmes et dans leur ensemble qu'une foule de lois physiques et chimiques que personne ne songe à contester.

L'émanation ne s'observe pas sur tous les corps radioactifs. Le radium, le thorium et l'actinium la présentent nettement ; elle est absente dans l'uranium et dans le polonium. C'est dans le thorium qu'elle a été découverte d'abord par Rutherford, au commencement de 1900 ; peu après, Dorn la trouvait dans le radium.

Voici comment elle se présenta. Les sels de thorium émettent un produit capable d'ioniser les gaz et d'agir sur les plaques photographiques. Mais, à la différence des ions dus aux rayonnements α, β et γ, ce produit est entièrement arrêté par une lame mince de mica, tandis qu'il traverse, d'autre part, un filtre d'ouate serrée ou qu'il barbote à travers l'eau sans rien perdre de ses propriétés. C'est quelque chose de matériel pourtant, car un courant d'air l'entraîne facilement. On s'est assuré également que ce n'est ni de la poussière en suspension, ni un gaz ayant une action sur la plaque photographique.

Ces premières constatations nous ayant fait connaître les principales propriétés physiques de l'émanation, nous allons maintenant, avant de reprendre la question de sa nature, examiner ses propriétés radioactives.

Cette étude se fait dans un vase clos où l'on aspire le gaz qui se charge d'émanation en passant sur un des corps qui la donnent. La méthode est celle de la mesure de l'ionisation produite. Il y a une cause d'erreur très importante à éviter : c'est l'ionisation dite induite, due à l'émanation. Il en sera question plus loin, et on indiquera alors les précautions à prendre.

Supposons donc que l'émanation, éloignée d'un corps radioactif, soit immédiatement soumise à une série de mesures dans le vase clos, et qu'en même temps on mesure aussi la radioactivité du corps privé de son émanation. Comme dans le cas des produits X, on constate alors que la somme des radioactivités d'un corps et de son émanation est constante, l'activité de l'émanation décroissant suivant une loi exponentielle, tandis que le corps reprend la sienne suivant la même loi en sens inverse. La constante de temps est très différente pour les diverses substances. L'activité de l'émanation du radium tombe à la moitié de sa valeur initiale en un peu moins de quatre jours, celle du thorium en une minute environ, enfin celle de l'actinium en un petit nombre de secondes.

Le taux de variation est indépendant de la différence de potentiel ou valeur du champ électrique employé dans les mesures. L'émanation n'est aucunement influencée elle-même par le champ, et par conséquent n'est pas chargée électriquement. Enfin l'allure de la variation n'est affectée ni par la nature du gaz dans lequel le phénomène se passe, ni par sa pression.

Dans le cas du radium, on a pu s'assurer encore qu'il n'y avait aucun changement dans l'intervalle des températures comprises entre — 180° et + 450°.

Mais il y a un caractère très sensible aux conditions

physiques ou chimiques, c'est la quantité d'émanation émise par seconde et par gramme d'une substance. Rutherford lui donne le nom de *pouvoir émanant*. Ainsi les combinaisons d'une même substance radioactive peuvent avoir des activités très différentes, même quand elles contiennent des proportions égales de cette substance.

Les principaux agents qui modifient le pouvoir émanant sont l'eau et la chaleur. Déjà dans une atmosphère humide l'émission d'émanation est plus grande que dans une atmosphère sèche ; en solution dans l'eau, elle peut devenir des centaines de fois plus grande. La chaleur agit dans le même sens et bien plus énergiquement encore, du moins dans le cas du radium, dont l'émanation devient jusqu'à 10 000 fois plus abondante au rouge sombre. Mais il y a une limite au delà de laquelle l'action change de sens. Chauffés au blanc, les corps radioactifs perdent la plus grande partie de leur pouvoir, mais jamais pourtant la totalité, et cette *déémanation*, comme l'appelle Rutherford, est permanente, du moins tant qu'on abandonne le corps à lui-même. On peut la faire disparaître en le soumettant à des réactions chimiques successives qui le ramènent à son premier état.

Il importe de ne pas se méprendre sur la signification de ces variations du pouvoir émanant. A première vue, on pourrait croire qu'elles portent sur la production même de l'émanation. Mais il y a une autre interprétation possible, et c'est la vraie. Les apparences seraient les mêmes, si l'émanation, tout en étant produite avec une vitesse uniforme, s'échappait ou plus lentement ou plus vite dans les circonstances indiquées. Car alors elle ne paraîtrait au dehors qu'après un trajet à l'intérieur de la substance, pendant lequel elle aurait eu le temps de perdre une bonne partie de son activité suivant la loi générale exponentielle. Dans cette manière de voir, il y aurait donc de grandes quantités d'émanation qui resteraient prises par occlusion dans les corps radioactifs, et l'efficacité si

remarquable de la dissolution ou de la chauffe s'expliquerait immédiatement par leur mise en liberté subite. C'est exactement ce qui se passe pour les gaz ordinaires occlus dans les solides. Or, il est possible de calculer les quantités d'émanation qui resteraient ainsi prisonnières. On trouve que le radium solide contient 500 000 fois ce qu'il en produit par seconde, le thorium 87 fois seulement, et ces chiffres concordent fort bien avec les résultats expérimentaux. L'actinium a été trop peu étudié pour qu'on ait pu le soumettre à la même épreuve.

Nous pouvons à présent reprendre la question de la nature de l'émanation où nous l'avons laissée. On ne tarda pas à s'apercevoir que ce produit résistait à l'action des agents chimiques les plus actifs, à l'action prolongée de la chaleur, de l'étincelle électrique, etc., employés dans les circonstances les plus variées. On fit de plus des vérifications importantes, pour s'assurer que ce n'était pas tout simplement le résultat de la radioactivité communiquée au milieu dans lequel on opérait. Ce milieu devait être nécessairement un gaz inerte, afin que sa réaction ne masquât point celle qu'on attendait de l'émanation. On faisait, par exemple, passer sur l'oxyde de thorium de l'acide carbonique qui entraînait l'émanation. Ce gaz était mélangé ensuite avec de l'air, puis absorbé par un tube à soude caustique. L'émanation était donc transmise dans un milieu, l'air, qui n'avait pas été directement au contact du corps radioactif. Le résultat fut identiquement le même.

On ne connaît actuellement qu'une classe de corps qui présente une inertie chimique comparable : ce sont les gaz de la famille de l'argon. Si donc l'émanation est un gaz, il appartient vraisemblablement au même groupe.

Ramsay et Soddy réunirent dans un tube de verre une assez forte quantité d'émanation. En mettant ce tube en communication avec une pompe à mercure, il fut facile dans l'obscurité de suivre la marche progressive de l'éma-

nation, grâce à la luminescence qu'elle produit dans le verre. Elle se comporta absolument comme ferait un gaz ordinaire dans les mêmes circonstances. Il en fut de même dans une expérience de Curie où deux vases communicants étaient maintenus à des températures différentes. On put reconnaître que l'émanation suit la loi de Mariotte et de Gay-Lussac.

La mesure de la constante de diffusion de l'émanation dans les liquides et dans les gaz conduit au même résultat. En appliquant aux nombres obtenus les lois connues pour les gaz et les liquides ordinaires, on peut en outre en tirer la valeur du poids moléculaire de l'émanation regardée comme un gaz. On trouve des nombres très élevés, voisins de 200, mais qu'il est difficile de déterminer avec précision par cette méthode. L'émanation du radium et celle du thorium seraient donc deux gaz, légèrement différents entre eux, de poids moléculaire considérable.

Une des propriétés les plus remarquables des émanations dans cet ordre d'idées, c'est qu'elles se liquéfient par le froid et que leur point de condensation a pu être fixé approximativement. Dans une spirale métallique plongée dans l'air liquide l'émanation se condense rapidement. En la retirant de l'air liquide et observant l'ionisation au moyen d'un électromètre, on constate une très brusque augmentation de la conductibilité quand le thermomètre en remontant atteint — 150° environ. C'est que, à ce moment, l'émanation commence à se volatiliser. Pour celle du thorium la température de condensation a été trouvée égale à — 120° ; mais ici le phénomène est moins net, sans doute à cause de l'extrême faiblesse de la pression propre de l'émanation dans le tube (1). Une expérience plus brillante

(1) Les changements d'état n'ont pas fait l'objet d'études précises dans ces conditions très particulières. On ne sait donc pas si les lois établies pour les conditions ordinaires leur sont applicables. Il y a, dans la théorie cinétique, des motifs d'en douter.

mais moins précise consiste à condenser l'émanation dans un tube relié à un autre tube contenant un écran phosphorescent et placé en dehors du bain d'air liquide. La luminescence permet alors de suivre les phénomènes.

Les deux émanations ont une radioactivité due uniquement aux rayons α. Elles n'émettent donc ni rayons β, ni rayons γ. C'est un point important pour la théorie.

Elles émettent aussi de la chaleur, et même la plus grande partie de la chaleur produite par les corps radioactifs leur est due particulièrement. Rutherford et Barnes ont mesuré séparément dans un calorimètre spécial l'émission de chaleur du radium déémané et de son émanation. La première, tombée à un minimum de 30 % de sa valeur initiale, a repris sa valeur au bout d'un mois environ, l'autre a diminué suivant la même loi exponentielle que la radioactivité, c'est-à-dire est tombée à la moitié de sa valeur maxima en quatre jours environ, et la somme des deux est restée constante pendant tout ce temps.

L'émanation du thorium n'est pas due directement au thorium lui-même, mais à la matière de transition appelée Th X. La preuve en est que lorsqu'on sépare le Th X du thorium, c'est la solution du premier seule qui possède le pouvoir émanant. Le corps primitif en est privé entièrement, et non pas seulement par suite de l'occlusion, car la dissolution dans un acide n'en dégage pas. Mais il s'établit aussitôt après la séparation un processus régressif suivant une loi exponentielle : le thorium regagne son pouvoir d'émanation, le Th X le perd, et la somme des deux reste constante. Il faut quatre jours environ au Th X pour perdre la moitié de son pouvoir temporaire. La marche du phénomène est donc entièrement parallèle à celle de la variation de la radioactivité.

L'émanation du radium est due probablement au radium sans intermédiaire.

La radioactivité induite

Une des propriétés les plus remarquables des substances radioactives, c'est que certaines d'entre elles jouissent du pouvoir de communiquer la radioactivité à tout corps placé dans leur voisinage, qu'il soit conducteur ou isolant. On dit alors que le corps acquiert une radioactivité *induite*. Cette communication ne se fait pas par rayonnement direct ; car on ne trouve aucune différence entre la radioactivité acquise par un corps abrité derrière un écran métallique épais et celle d'un autre corps placé à découvert en regard de la substance radioactive, pourvu que l'espace ne soit pas trop resserré autour du corps abrité. On ne constate pas non plus de différence dépendant de la nature de la substance soumise à l'action inductrice. La surface exposée et, jusqu'à un certain point, l'étendue de l'espace libre autour d'elle semblent seules déterminer le montant de radioactivité induite provoqué sur les corps. Les poussières troublent la marche régulière des phénomènes par leur radioactivité induite propre.

Quand elle est observée dans un champ électrique, la radioactivité induite se manifeste avec une intensité particulière sur un conducteur négatif ; si le champ est assez intense, elle peut y être concentrée tout entière. On obtient ainsi des tiges métalliques rendues 10 000 fois plus actives par unité de surface que le thorium lui-même.

La radioactivité induite est en relation très étroite avec l'émanation. D'abord elle ne s'observe qu'avec les corps qui donnent une émanation, savoir le thorium et le radium, parmi ceux qui ont pu être étudiés suffisamment. Et si on arrête l'émanation de ces corps par un écran de mica, assez mince pour ne pas intercepter les rayonnements α, β ou γ, on la fait évanouir. Elle reparaît au contraire quand on remplace l'écran de mica par du papier, qui absorbe les rayons α, mais laisse diffuser facilement l'éma-

nation. De plus, la radioactivité est proportionnelle à la quantité d'émanation et à l'avancement de sa désactivation spontanée, comme on l'a vérifié dans de nombreuses expériences.

D'autres expériences ont permis de s'assurer que l'activité induite ne peut être attribuée ni à une phosphorescence due au rayonnement de l'émanation, ni à son ionisation. Enfin les résultats suivants semblent indiquer encore une fois qu'on se trouve en présence d'une matière chimiquement différente de l'émanation et produite par elle, comme elle est produite elle-même par les corps spontanément radioactifs. L'électrolyse d'une solution radioactive donne des résultats qui diffèrent avec la nature chimique des électrodes. Certains métaux plongés dans la solution deviennent radioactifs, tandis que d'autres ne le deviennent pas. Un fil de platine activé par le thorium peut être dépouillé de son activité, du moins en très grande partie, par les acides sulfurique et chlorhydrique, étendus ou concentrés, mais non par l'acide nitrique ni par l'eau, à chaud ou à froid. Si l'on se rappelle que l'émanation elle-même se dissout très facilement dans ces derniers réactifs, on devra admettre que les agents qui rendent les corps radioactifs par induction se comportent comme une substance chimiquement définie différente de l'émanation. Rutherford propose de l'appeler émanation X, par analogie avec le Th X et l'Ur X. Il semble que ce soit une poussière solide déposée à la surface des corps, car on l'enlève partiellement par le frottement ; mais en quantités très faibles, car elle ne détermine aucun changement de poids, et ne peut se voir au microscope. On la fait disparaître aussi en chauffant le corps à blanc. Bien entendu, chaque fois que par un moyen quelconque on enlève à un corps sa radioactivité induite, on la retrouve ailleurs, par exemple dans le solvant, sur l'objet qui a servi à le frotter, etc.

La propriété radiante acquise de la sorte n'est que tem-

poraire. Elle croît d'abord en partant de zéro, et atteint un maximum, qu'elle ne dépassera plus, au bout de quelques jours. Donc, en laissant un corps en présence du radium ou du thorium pendant un temps assez long, on obtient toujours une radioactivité induite de même valeur. Dès qu'on l'éloigne, une diminution se manifeste, et le retour à zéro, ou peu s'en faut, se produit dans le même temps que l'activation première. L'activation et la désactivation commencées respectivement à partir de zéro et du maximum sont toujours complémentaires à un moment quelconque, c'est-à-dire que leur somme est constante. C'est la loi déjà rencontrée dans tous les phénomènes antérieurs.

La loi de la variation exponentielle est également obéie ici. Elle est simple dans le cas du thorium, lorsqu'il a agi assez longtemps. La chute de moitié de l'activité dans le produit séparé demande alors 11 heures, comme la restitution de la moitié de l'activité perdue par le corps primitif. Elle est plus compliquée quand l'exposition a été courte. On voit alors l'activité augmenter d'abord pendant quelque temps, avant de décroître suivant la loi exponentielle qui la réduit de moitié en 11 heures. Rutherford explique cette particularité en admettant que l'émanation du thorium produit d'abord une matière X qui n'émet aucun rayonnement ionisant et dont l'évolution se fait, toujours d'après une loi exponentielle, de manière qu'elle soit accomplie à moitié en 55 minutes. C'est le nouveau produit qui émet les rayons dont l'activité décroît de moitié en 11 heures. On se rend compte de la sorte de l'augmentation initiale observée quand l'exposition a été de courte durée. C'est que, aussitôt après la séparation, le second produit n'a pas encore eu le temps de se développer abondamment.

La variation de l'émanation X du radium est plus compliquée encore et demande au moins trois changements successifs, tous suivant la loi exponentielle. En effet, on

observe d'abord, l'exposition étant de courte durée, une chute rapide (1/2 de la valeur en 3 minutes), puis un ralentissement (1/2 de la valeur en 36 minutes) et enfin une légère accélération (1/2 de la valeur en 28 minutes). La première et la troisième transformation seraient accompagnées d'émission de rayons ionisants, la seconde n'en produirait pas.

De plus, il a été reconnu, par M. et Mme Curie d'abord, puis par plusieurs autres observateurs, que les corps qui sont restés longtemps dans le voisinage du radium gardent une activité égale à 1/20 000 environ de sa valeur primitive, et que cette activité semble permanente, ou du moins qu'elle décroît avec une lenteur extrême, car on a pu la suivre sans observer de changement sensible pendant plusieurs mois. En faisant la supposition, qui cadre bien avec sa théorie, que chaque particule α émise correspond à une même quantité de matière transformée, Rutherford en conclut avec assez de vraisemblance que cela représente une vitesse de transformation 20 000 fois plus lente que celle de l'émanation. Comme celle-ci perd la moitié de son activité en 4 jours, la nouvelle forme ne perdrait la sienne qu'en 80 000 jours ou plus de 200 ans. C'est sans doute cette forme de la radioactivité qui persiste pendant des mois et des années, attachée à tous les objets et même aux murs, dans les laboratoires où les substances radioactives ont été conservées longtemps. On sait qu'elle oblige de prendre des précautions extraordinaires quand on veut faire dans ces locaux des mesures électriques.

En rapprochant des observations faites sur cette dernière forme de l'activité du radium les propriétés du polonium, dont l'existence comme élément chimique nouveau n'a pu être établie jusqu'ici, Rutherford est porté à croire que ce corps ne possède, au fond, que la radioactivité induite. Ce point demande des études ultérieures.

Le fait que la radioactivité induite se porte sur la

cathode dans un champ électrique n'est pas sans susciter quelque difficulté à la théorie de Rutherford, telle qu'elle a été exposée jusqu'ici. En effet, ce transport montre qu'elle est chargée positivement : il y a d'ailleurs émission de rayons α dans la transformation. Dès lors le reste de l'émanation devrait être négatif et se porter à l'anode. Il n'en est rien en réalité. Rutherford suggère que l'émanation pourrait être entrainée par les ions positifs comme l'eau dans l'expérience de la condensation de la vapeur. Dans cette vue il a déterminé la vitesse de ces ions, et il a trouvé en moyenne 1,3 cm. par volt et par centimètre à la pression atmosphérique. C'est sensiblement le même chiffre que celui qu'on a trouvé pour la vitesse des ions positifs produits dans l'air par les rayons Roentgen. On sait que ceux-ci entraînent aussi avec eux un cortège de molécules neutres.

Les propriétés de la radioactivité induite donnent la clef d'un phénomène très important dans un vaste champ des études électriques, à savoir l'ionisation spontanée et persistante de l'air atmosphérique, qui joue un si grand rôle dans toutes les expériences de décharges électriques. Nos connaissances, assez avancées à cette heure, sur cet intéressant sujet, sont dues surtout aux remarquables travaux de Elster et Geitel.

Après avoir étudié les lois de la conductibilité de l'air par la décharge spontanée d'un électroscope, ces physiciens entreprirent la recherche de l'élément radioactif auquel on pourrait attribuer la formation des ions par un processus d'ionisation analogue à ceux qui avaient déjà été découverts antérieurement. Rutherford venait justement de montrer que la radioactivité induite se concentre sur une électrode négative. Les deux savants allemands imaginèrent donc de tendre à l'air libre un long fil d'un métal quelconque et de le maintenir pendant plusieurs heures à un potentiel négatif considérable, au moyen d'une

machine à influence. L'effet fut remarquable. Enroulé sur lui-même et placé dans la cage fermée d'un électroscope, le fil, quel que fût le métal employé, déchargeait très rapidement l'instrument. On s'assura que dans les mêmes conditions, il ne s'activait aucunement quand il était maintenu à un haut potentiel positif. L'activité produite pouvait être recueillie en passant le fil sur un morceau de cuir trempé dans l'ammoniaque ou encore être dissoute dans les acides, et on réussit à la concentrer de la sorte jusqu'à lui donner un pouvoir équivalent à celui d'un gramme d'oxyde d'uranium. Dans ces conditions, elle produisait une luminescence sensible sur le platinocyanure de baryum, et une impression sur la plaque photographique à travers 0,1 mm. d'aluminium.

On se trouvait donc indubitablement en présence d'une radiation analogue à celle du radium et du thorium, et comme elle baissait rapidement avec le temps, elle devait provenir directement d'une émanation. La vitesse de désactivation fut mesurée peu après par Rutherford et Allan : elle indiqua que l'activité tombe à la moitié de sa valeur en 45 minutes environ. Les mêmes auteurs étudièrent la nature de la radiation. Ils la trouvèrent tout à fait analogue à celle d'un fil activé par le radium ou le thorium, c'est-à-dire constituée principalement par des rayons α, joints à quelques rayons β qui produisent l'impression photographique à travers l'aluminium.

D'autres méthodes furent imaginées bientôt pour recueillir la radioactivité de l'atmosphère, par exemple l'évaporation de la pluie et de la neige fraîchement tombées; et aussi pour la déceler dans le sol. Car il était probable que l'émanation qui lui donnait naissance dans l'air provenait des matériaux radioactifs contenus dans le sol. Effectivement, Elster et Geitel, en aspirant l'air dans un tube enfoncé en terre, recueillirent une activité considérable et firent l'observation également curieuse que l'air stagnant des caves et des grottes naturelles agit beaucoup

plus énergiquement que l'air libre pour activer un fil négatif. Rien de semblable ne se produit dans une enceinte métallique close. L'effet dépend d'ailleurs de la nature du sol, et il est plus faible au bord de la mer qu'à l'intérieur des terres. Enfin J. J. Thomson l'a trouvé dans l'eau des sources profondes, Elster et Geitel dans l'acide carbonique émis par un sol volcanique. Ebert a condensé dans l'air liquide l'émanation du sol.

Il semble donc à peine douteux que l'activité ordinaire de l'air soit due à l'émanation des substances radioactives contenues dans le sol. Cette émanation se répand dans l'air, avec d'autant plus de facilité que la pression atmosphérique est moins élevée (l'observation a été faite), et y produit sur l'air lui-même et sur tous les objets voisins du sol l'activité induite qui maintient l'ionisation normale de l'air. D'ailleurs les preuves se multiplient à mesure que les mesures, très difficiles d'ailleurs, se font mieux : ainsi la décroissance de l'activité de l'émanation elle-même a pu être observée. On a trouvé une chute de moitié en 3,4 jours. Celle de l'activité induite, observée en même temps, a donné 35 minutes. Les deux chiffres concordent bien avec les nombres correspondants du radium, dans les limites de précision des expériences. Il est donc très probable que c'est le radium qui joue le rôle principal dans la production de la radioactivité atmosphérique, et comme cette radioactivité a été trouvée jusqu'à présent dans tous les lieux de la terre où elle fait l'objet d'une recherche, il en resulte que cet élément serait très répandu dans les matériaux qui composent les couches supérieures de la croûte solide du globe. Toutefois il n'y devrait exister qu'en quantités très minimes pour produire l'effet observé. Mais il serait prématuré de conclure, dans l'état présent des recherches, qu'il n'est pas associé dans le sol à d'autres éléments radioactifs connus ou inconnus.

Signalons encore d'une part les expériences faites dans un tunnel et qui ont donné les mêmes résultats que dans

les caves, et d'autre part celles où l'électroscope avec le vase clos en expérience étaient entourés d'une couche épaisse d'eau, de plomb ou de fer. Dans celles-ci l'action était réduite de 30 %. Cela indique qu'une partie des effets observés ordinairement est due à une radiation très pénétrante, laquelle serait arrêtée par un écran suffisant. Il est à croire que cette radiation ne diffère pas des rayons β et γ qui, comme nous l'avons dit, se trouvent mêlés en petite quantité aux rayons α de la radioactivité induite.

Théorie de la radioactivité

A part quelques rares incursions anticipatives dans le domaine des hypothèses, dans le but de faciliter l'exposé de certains phénomènes, nous nous sommes tenus jusqu'ici presque exclusivement sur le terrain des faits d'observation.

Il nous faut maintenant rendre compte des tentatives faites pour relier ces apparences si complexes par un petit nombre d'hypothèses communes, en un mot des essais de théorie de la radioactivité.

Au fond, il n'y en a que deux, comme on l'a dit du premier moment où s'est révélée l'apparente contradiction entre la production continue d'énergie dans le radium et la loi fondamentale de la conservation de l'énergie. Ou bien les substances radioactives absorbent et transforment un rayonnement d'énergie pour lequel tous les autres corps sont transparents et qui proviendrait par conséquent d'une source étrangère, quelle qu'elle soit, le soleil par exemple. Ou bien toute l'énergie dépensée se trouvait d'avance emmagasinée dans ces substances, et alors, puisque les réactions chimiques ne peuvent rien fournir d'approchant, il faut de toute nécessité recourir à des processus de désagrégation qui se passent dans l'intérieur de l'atome.

La première hypothèse n'a pour elle que d'être moins radicalement opposée à d'anciennes idées, profondément ancrées dans nos intelligences, sur l'invariabilité des atomes, mais elle ne s'appuie sur aucun élément de preuve d'ordre expérimental. Au contraire, et sans même parler de tout ce que lui enlèvent de probabilité les faits de plus en plus nombreux qui convergent vers la démonstration de la seconde hypothèse, il semble que certaines observations montrent tout au moins qu'elle serait absolument insuffisante. Tel est par exemple le fait que 75 °/₀ de la radioactivité et de l'émission thermique sont dus à l'émanation et à ses produits successifs, et que cette activité ainsi que la production de chaleur s'évanouit avec le temps.

La faveur va donc de plus en plus à la seconde hypothèse, à savoir que tout le mystère du radium et de ses congénères est dans une désagrégation progressive de son atome. On a été amené par diverses voies, comme nous l'avons exposé précédemment, à considérer l'atome comme formé d'un ensemble de particules chargées électriquement, les unes positivement, les autres négativement. Leurs mouvements rapides et leurs attractions mutuelles les maintiennent dans une dépendance réciproque. Par le fait même de cette constitution l'atome contient une réserve énorme d'énergie latente.

Or, des mesures très nombreuses ne permettent plus de douter qu'au moins une des espèces de particules électrisées, celle qui l'est négativement, a une masse sensiblement constante dans tous les corps, à savoir 1800 fois moins que la masse de l'atome d'hydrogène. De plus, les corps radioactifs, sinon tous les corps, contiennent un grand nombre de particules positives de masse $= 2$, celles qui sont projetées dans les rayons α. Dès lors il devient probable que les atomes à poids atomique élevé constituent des systèmes plus complexes que ceux dont le poids est moindre, parce qu'ils contiendront très vraisemblablement

un nombre plus grand d'électrons et sans doute aussi de particules positives. C'est précisement le cas du radium (poids atomique 225) du thorium (232,5) et de l'uranium (240). Il n'y a donc rien d'étonnant à voir ces systèmes, et ceux-là seulement, manquer de stabilité et perdre facilement un ou plusieurs corpuscules. Alors on s'explique les radiations et du même coup les changements de nature chimique de la substance ; car du moment que l'atome est altéré par la perte d'une partie de ses constituants on n'a plus affaire à la même substance chimique qu'auparavant.

Reste alors la très grosse difficulté de désigner la cause qui trouble constamment l'équilibre des atomes à poids élevé, et celle-là est sans doute loin d'être résolue. Lodge et Larmor ont fait à ce propos de très ingénieuses considérations fondées sur l'énergie rayonnée au dehors par des électrons soumis à une accélération et sur l'augmentation de la masse quand la vitesse approche de celle de la lumière. Mais il n'est guère possible encore de se faire une opinion solide là-dessus.

Ce que l'on a pu faire avec succès, et ce qui constitue en grande partie l'œuvre de Rutherford, c'est d'appliquer la théorie de la désagrégation atomique au détail des phénomènes d'observation et de montrer que le calcul concorde d'une manière très satisfaisante avec les mesures. Et voici alors le rôle de chacun des phénomènes particuliers que nous avons étudiés dans l'ensemble de l'évolution des substances radioactives.

A tout instant donné, certains atomes deviennent instables, et on a des raisons de croire que leur nombre, toujours très petit, est constamment la même fraction du nombre total des atomes restants, car cette supposition conduit précisément à la loi exponentielle si constamment retrouvée dans tous les phénomènes de radioactivité. Un corpuscule α s'échappe de chacun des systèmes perturbés. Leur ensemble constitue le rayonnement α. Le reste

des systèmes qui ont perdu un corpuscule α se trouve alors constituer un élément chimique différent, de poids atomique inférieur de deux unités à celui de la substance originaire. En général, dans les corps radioactifs connus, c'est un élément instable dont l'évolution se continue par le même mécanisme : émission de rayons α, et réarrangement interne de l'atome avec un poids atomique diminué de deux unités. Ce processus peut se répéter à diverses reprises, et ce n'est généralement que dans les stades ultimes qu'apparaissent les rayons β et γ. Donc, avant d'arriver aux termes derniers de l'évolution, lesquels sont entièrement inertes, les corps radioactifs passent par l'intermédiaire de plusieurs transformations successives, dans chacune desquelles ils constituent une substance chimique nouvelle spécifiquement distincte de tout autre élément, mais d'existence essentiellement transitoire. Le Th X et l'Ur X, les émanations et leurs produits X en sont des exemples. Les émanations se présentent à l'état gazeux, les autres à l'état solide, comme on l'a vu plus haut.

Quelques-uns de ces changements, un pour le thorium et un autre pour le radium, se font sans émission de particules. Ils ont été signalés dans l'étude de l'émanation. Une analyse plus approfondie des phénomènes a permis de s'assurer que le thorium et le radium ont tous deux une radiation permanente, composée de rayons α, qui leur est due directement et non par l'intermédiaire de leurs émanations ou de leurs produits X. Elle est équivalente à 25 % de l'activité totale. Dans le cas du thorium elle n'a pu être diminuée même après 23 précipitations et dissolutions successives. En comparant alors les activités dues aux diverses phases de la transformation totale, par des procédés qui malheureusement ne permettent pas encore une grande précision (qui serait ici fort intéressante), on arrive au résultat suivant pour le thorium :

Activité résiduelle		25 %
»	du Th X seul	21 %
»	de l'émanation seule	24 %
»	de l'émanation X (premier changement)	0 %
»	» » (second changement)	24 %

Ces chiffres, avec les résultats similaires obtenus pour le radium, sont instructifs, parce qu'ils montrent que l'activité est sensiblement la même dans chaque phase, ce qui revient à dire que le même nombre de particules α est expulsé dans chaque changement, lorsque l'ensemble a atteint un régime d'équilibre. On obtient d'ailleurs des résultats tout à fait comparables pour la chaleur émise spontanément, ce qui montre une relation étroite entre cette chaleur et l'expulsion des rayons α. Il est assez probable qu'elle est due aux chocs que quelques-uns des corpuscules mis en liberté au sein de la masse du corps radioactif subissent avant de parvenir à la surface. Quant aux autres propriétés de la radioactivité, il est facile de les expliquer toutes par l'énorme vitesse dont sont animés les corpuscules. Ainsi on se rend compte qu'ils doivent traverser une certaine épaisseur des corps les plus durs, qu'ils dérangent les molécules dans lesquelles ils pénètrent et deviennent ainsi la cause de transformations chimiques, qu'ils mettent en branle par leurs collisions les vibrations lumineuses de certains corps qui deviennent ainsi luminescents, enfin qu'ils y déterminent également l'apparition de ces pulsations non rythmées de l'éther qu'on appelle les rayons X.

Voici, pour permettre un coup d'œil d'ensemble sur ces phénomènes, un tableau dressé par Rutherford (1).

(1) Rutherford, *Radio-activity*, p. 326. — Depuis que ce travail a été rédigé, Rutherford a publié dans NATURE (February 9, 1905) de nouveaux résultats de ses intéressants travaux. Il a pu suivre plus loin les transformations successives de l'émanation du radium, et il en distingue pour le moment sept, auxquelles il affecte, pour les distinguer, les premières lettres majuscules de l'alphabet précédées du nom du radium. Les trois premières

PRODUITS RADIOACTIFS	λ	τ	NATURE DES RAYONS	PROPRIÉTÉS CHIMIQUES ET PHYSIQUES
URANIUM	...	...	α	Soluble dans un excès de carbonate d'ammonium.
Uranium X	$3,6 \times 10^{-7}$	22 jours	β (et γ ?)	Insoluble dans un excès de carbonate d'ammonium.
Produit final	...	...	...	
THORIUM	...	...	α	Insoluble dans l'ammoniaque.
Thorium X	$2,0 \times 10^{-6}$	4 jours	α (et β ?)	Soluble dans l'ammoniaque.
Émanation du Thorium	$1,15 \times 10^{-2}$	1 minute	α	Se comporte comme un gaz chimiquement inerte de poids moléculaire elevé. Se condense à —120° C.
Émanation X (Premier changement)	$2,2 \times 10^{-4}$	55 minutes	pas de rayons	S'attache à la surface des corps; concentré sur la cathode dans un champ électrique.
Second changement	$1,74 \times 10^{-5}$	11 heures	α, β, γ	Soluble dans certains acides et non dans d'autres. En solution possède des propriétés chimiques bien marquées.
Produit final	...	...	...	
RADIUM		...	α	
Émanation du Radium	$2,14 \times 10^{-6}$ à $2,00 \times 10^{-6}$	3,7 à 4 jours	α	Se comporte comme un gaz chimiquement inerte de poids moléculaire élevé. Se condense à —150° C.
Emanation X (Premier changement)	environ 4×10^{-3}	environ 3 minutes	α	S'attache à la surface des corps ; concentré principalement sur la cathode dans un champ électrique.
Second changement	$3,18 \times 10^{-4}$	36 minutes	pas de rayons	
Troisième changement	$4,1 \times 10^{-4}$	28 minutes	α, β, γ	Soluble dans certains acides et non dans d'autres; volatilisé au blanc.
Quatrième changement	...	200 ans (?)	α, β	Soluble dans l'acide sulfurique.
Produit final	...	...	...	

Dans la seconde colonne, sous la lettre λ, se trouve la constante radioactive, c'est-à-dire la proportion de la matière active changée par seconde ; dans la troisième, τ marque le temps qu'il faut pour que l'activité diminue de moitié (c'est-à-dire, par conséquent, pour que la moitié de la matière soit changée) ; dans la quatrième, la nature des rayonnements propres à chaque produit considéré seul ; dans la cinquième enfin, quelques propriétés caractéristiques.

On est parvenu récemment à reconnaître un des produits de désagrégation du radium et en particulier de son émanation. Cette découverte, confirmée par des preuves telles qu'on les admettrait sans aucune hésitation, s'il ne s'agissait d'une question si particulièrement épineuse, a eu un grand retentissement.

Ce produit n'est autre que l'hélium, un des gaz rares trouvés récemment dans l'atmosphère par Ramsay et Travers.

Puisque les résidus ultimes des processus radioactifs sont des corps inertes, il est très probable que dans le cours des âges géologiques ils se sont accumulés à l'entour des corps radioactifs en voie d'évolution et on devait s'attendre à les voir abonder dans le voisinage de leurs gisements. Malheureusement, la pechblende, qui est le

sont celles dont nous venons de parler, l'émanation X s'appelant désormais radium A. La quatrième, le radium D, qui est le dernier cité dans le tableau ci-contre, n'émet pas de radiations, mais il se transforme rapidement (à moitié en six jours) en radium E. Celui-ci donne des rayons β en subissant à son tour une nouvelle évolution plus lente, qui donne le radium F, caractérisé par l'émission des rayons α seulement. Ce dernier produit ne serait autre que le polonium de Mme Curie et le radio-tellurium de Marckwald, comme le montre l'ensemble de leurs propriétés radioactives. Ils ont aussi en commun la propriété de se déposer sur une plaque de bismuth plongée dans leurs solutions. De son côté, le radium D a été identifié avec le plomb radioactif de Hofmann. Plusieurs de ces résultats concordent avec les travaux indépendants d'autres savants.

La nomenclature reste encore indécise. Rutherford a découvert en dernier lieu le produit appelé ci-dessus radium E. Il avait commencé par l'appeler radium D, le nom de radium E ayant déjà été appliqué par lui au produit reconnu identique avec le polonium.

minerai ordinaire des éléments radioactifs, contient au moins à l'état de traces la majorité des éléments connus. Cependant la constance de l'association de l'hélium avec les gangues radifères ne tarda pas à attirer l'attention, d'autant plus que, comme nous l'avons fait remarquer, la valeur trouvée pour la masse des particules α correspondait justement à un élément de poids atomique très faible, soit donc l'hydrogène ou l'hélium. Entre les deux, l'absence de toute affinité chimique faisait d'avance pencher la balance en faveur de l'hélium.

La recherche expérimentale, extrêmement ardue, fut entreprise par Ramsay et Soddy et conduite avec cette admirable maîtrise dont le premier avait donné la preuve dans la découverte de l'hélium et de ses congénères. Trente milligrammes de bromure de radium furent d'abord dissous dans l'eau, les gaz ordinaires absorbés, et l'émanation condensée dans l'air liquide. Il resta un gaz qui donna la ligne caractéristique D_3 de l'hélium et, dans une répétition de la même expérience, un spectre complet de cet élément, avec trois lignes nouvelles.

Mais l'hélium pouvait être occlus d'avance dans le radium.

Dans une autre série d'essais avec 50 milligrammes de bromure, on prit donc soin, après la condensation de l'émanation par le froid, d'extraire ce qui restait de gaz dans le tube, après l'avoir rempli au préalable d'oxygène. L'appareil, retiré de l'air liquide, ne montra aucune des raies de l'hélium, mais un spectre nouveau, non identifié et que les auteurs considèrent comme étant celui de l'émanation. Après quoi on abandonna le tube à lui-même pendant quatre jours, et au bout de ce temps on retrouva le spectre complet de l'hélium avec les trois lignes nouvelles de l'expérience précédente.

Il est incontestable que ce résultat, confirmé depuis par d'autres essais, est d'une extrême importance. On ne peut pas dire que l'hélium ne diffère pas de l'émanation

et qu'il était d'avance présent dans le tube : l'une est radioactive, l'autre ne l'est pas, leurs poids atomiques respectifs sont aux extrémités opposées de l'échelle des éléments rangés par ordre de poids croissants, et enfin la preuve spectroscopique est formelle. Quant à prétendre que le radium n'est pas un élément simple, mais un composé dont l'hélium serait un des constituants, cela ne ferait que déplacer la difficulté, sans apporter aucune probabilité nouvelle. Car alors ce serait le composé qui jouirait de propriétés tellement extraordinaires qu'on ne pourrait les rattacher à rien de connu en chimie. Et, d'ailleurs, ce serait aller à l'encontre d'un résultat certain de l'étude du radium, à savoir la détermination de son poids atomique et de son spectre.

On reste donc acculé à l'hypothèse de la transmutation en hélium d'une partie de l'émanation. L'hélium ne préexistait dans le tube ni à l'état libre ni en combinaison. Si donc, après quatre jours, il y fait son apparition en même temps que disparaît une partie de l'émanation, c'est que cette partie de l'émanation a changé de nature. Une fois la transmutation admise pour le changement de l'émanation, toute raison *à priori* tombe contre l'admission de cette même transmutation dans les autres changements des substances radioactives, et nous avons vu que les résultats des recherches expérimentales sont à l'appui de cette extension.

Il serait fort intéressant de suivre jusqu'au bout l'évolution des éléments radioactifs et de reconnaître ce que devient le résidu quand ils cessent d'émettre des rayons α. Malheureusement, les neuf années écoulées depuis la découverte de la radioactivité sont très insuffisantes pour permettre de s'en faire une idée : car en ce laps de temps, les corps radioactifs que l'on possède n'ont encore trahi d'une façon sûre ni un affaiblissement de leur activité, ni une diminution de leur poids. Cependant quelques physi-

ciens ont cru reconnaître celle-ci. Mais d'autres n'ont pas retrouvé leurs résultats.

Il est possible néanmoins de faire quelques conjectures plausibles sur la durée de l'existence des éléments radioactifs et sur la quantité d'énergie qu'ils émettent. Divers calculs indépendants conduisent à fixer à 10^{11} le nombre des particules α émises en une seconde par 1 gramme de radium. Pour l'uranium et le thorium ce nombre se réduit à 7×10^{4}. Comme ces 10^{11} particules proviennent de quatre changements successifs de la même quantité de matière et qu'on n'a aucune raison de croire que les atomes disloqués perdent plus d'une particule à la fois, il en résulte que le quart de ce nombre est dû directement à la première désagrégation du radium. D'après les données de la théorie cinétique des gaz, le centimètre cube d'hydrogène à 0° et sous 76 cm. de mercure contient $3,6 \times 10^{19}$ molécules, ce qui, combiné avec le poids atomique 225 du radium, donne $1,8 \times 10^{21}$ pour le nombre des atomes contenus dans 1 gramme de cet élément. La fraction λ d'un gramme de radium qui subit le changement est donc de $1,4 \times 10^{-11}$ par seconde ou $4,4 \times 10^{-4}$ par an. C'est environ un demi-milligramme par gramme.

Avec cette donnée la loi exponentielle fait connaître que la moitié d'un poids donné de radium se transforme en 1500 ans. Après 10 000 ans, il n'en resterait qu'un centième. Le thorium et l'uranium se transforment un million de fois plus lentement. Mais ces chiffres ne constituent qu'une limite inférieure. On trouve la limite supérieure en supposant que les changements continuent jusqu'à ce que toutes les particules α soient expulsées, ce qui en fournirait peut-être une bonne centaine par atome. La vie du radium serait ainsi 5 fois plus longue seulement.

Les quantités d'énergie émises par un gramme de radium durant toute son existence seraient respectivement dans l'un ou l'autre cas 2 milliards ou 50 milliards de calories-grammes, c'est-à-dire au moins un million de fois plus

considérables que les quantités mises en liberté dans la plus énergique de toutes les combinaisons chimiques, celle de l'hydrogène et de l'oxygène.

Alors se pose aussitôt la question de l'origine du radium. Il semble évident que, si le radium avait existé comme tel depuis la formation des couches géologiques où on le rencontre, il devrait avoir épuisé depuis longtemps toute son activité. D'où il suit que cet élément doit se former lui-même constamment aux dépens d'un autre qui aurait un taux de transformation moins rapide et par conséquent une existence plus longue.

L'uranium, par son poids atomique supérieur, par la lenteur de son évolution, par sa constante association au radium dans la pechblende et par la simplicité au moins apparente de ses propriétés radioactives, semble particulièrement désigné pour remplir ce rôle (1).

On peut aller plus loin, et se demander si d'autres éléments, si tous peut-être ne subiraient pas, avec une lenteur trop grande pour qu'on ait pu la mettre en évidence jusqu'à ce jour, la désagrégation atomique progressive qui se manifeste avec des caractères si remarquables dans le radium et ses congénères.

Sans doute, Mme Curie, au début de ses travaux, a cherché en vain la radioactivité dans la plupart des minéraux connus. Mais, depuis lors, on l'a trouvée, avec une très faible intensité il est vrai, dans un grand nombre de corps. Cependant, on ne peut rien conclure de ce fait, car il n'est nullement prouvé que les faibles radioactivités observées n'étaient pas dues ou bien à la présence de quantités infinitésimales des substances radioactives connues, ou bien au phénomène de l'activation induite.

(1) Depuis la rédaction de ces pages, de nouvelles expériences de Soddy (NATURE, January 26) et de Whetham (IBID., February 2) ont effectivement permis de reconnaître l'apparition progressive du radium dans les sels d'uranium. Seulement les résultats obtenus jusqu'à présent indiquent une évolution plus lente qu'on ne devait la prévoir. Peut-être se fait-elle en passant par un stade non radioactif.

D'un autre côté, il y a tout lieu d'admettre, comme nous l'avons vu, dans le radium et le thorium, au moins une transformation non accompagnée de rayons α. Dès lors l'opinion est défendable qui considérerait que toute matière est en voie d'évolution lente vers un état plus stable de l'équilibre atomique, avec mise en liberté d'une quantité d'énergie considérable. Comme cette mise en liberté serait de toute façon très inférieure à celle du radium, laquelle n'avait jamais été même soupçonnée avant la découverte de la radioactivité, il ne paraît pas probable qu'elle puisse être démontrée d'ici longtemps. Attendons ce que nous en apprendra l'avenir.

Point n'est besoin, d'ailleurs, de faire appel aux formidables réserves d'énergie accumulées dans les atomes de tous les éléments pour expliquer dès à présent par ces phénomènes intratomiques les plus puissantes sources d'énergie aux dépens desquelles s'alimentent les activités terrestres. W. E. Wilson a montré comment 3,6 grammes de radium par mètre cube de la masse totale du Soleil suffiraient pour lui fournir toute l'énergie qu'il émet actuellement. La présence des raies de l'hélium dans son spectre peut être considérée comme un indice indirect de l'existence du radium, bien qu'il n'y ait pas trace de ce corps dans le spectre solaire. On peut calculer par des procédés analogues la quantité de radium qu'il faudrait supposer répandue dans le globe terrestre pour que son émission de chaleur contrebalançât la perte subie dans le rayonnement vers l'espace, et naturellement on trouve un chiffre incomparablement plus faible : $2,6 \times 10^{-7}$ gr. par mètre cube. C'est un résultat qu'il serait aussi malaisé de réfuter que de démontrer directement. Il n'y a donc rien que de raisonnable à croire, mais nullement à regarder comme prouvé, que le rayonnement calorifique des corps radioactifs intervient pour une part plus ou moins importante dans le maintien de la chaleur du Soleil et des planètes.

On pourrait, sans grands frais d'imagination, tirer des étonnantes propriétés des corps radioactifs bien d'autres conséquences séduisantes. Les perspectives qui s'ouvrent devant nous sont immenses, et jamais, sans doute, depuis un siècle, révolution plus prodigieuse n'a été opérée en si peu de temps dans la science. Elle aura, à coup sûr, un retentissement prolongé dans les domaines les plus divers. Peut-être y a-t-il là un danger. Il se peut que quelques chercheurs trop enthousiastes perdent un peu de ce calme, de cette pondération nécessaires pour ne pas se laisser aller à des spéculations par trop hasardées. Le récent exemple des rayons N semble être, à cet égard, un avertissement significatif.

Il ne sera donc pas inopportun, à la fin de cet aperçu qui contient des faits si étranges et des hypothèses si hardies, d'insister une fois de plus sur le sens précis que les physiciens attachent de nos jours à leurs théories. On ne peut y voir autre chose qu'une espèce de symbolisme perfectionné ou une image très nette de la réalité : ce sont des mécanismes aptes à produire les mêmes effets que les causes qui sont à l'œuvre dans la nature, mais peut-être par des moyens tout différents. Une théorie physique ne correspond donc pas nécessairement à la réalité objective dans la modalité des phénomènes : il suffit que l'enchaînement des phénomènes y soit analogue. Si les hypothèses sont bien choisies, elles seront parlantes pour l'imagination, soulageront la mémoire et faciliteront le raisonnement. Si leur conformité avec la nature est poussée suffisamment loin dans le détail, ce que l'on vérifie par leur développement mathématique, elles suggéreront des voies de recherche fécondes.

Il n'est pas douteux que ces conditions se trouvent réalisées dans les hypothèses que nous avons rencontrées au cours de ce travail. Elles sont donc très bonnes. Est-ce à dire qu'elles sont censées définitives et immuables, si bien que les savants qui les ont élaborées ou employées

seraient convaincus d'erreur si plus tard on reconnaissait la nécessité de les remplacer par des théories plus parfaites ? Pas le moins du monde ; et je me reprocherais d'avoir singulièrement outré leur pensée si je laissais mes lecteurs sous cette impression. Dans les défrichements successifs d'une terre vierge les premiers colons élèvent à la hâte des cabanes plus ou moins grossières, qu'ils embellissent et qu'ils agrandissent successivement, qu'ils déplacent souvent aussi dans leurs pérégrinations ou qu'ils abandonnent pour bâtir ailleurs. Parce que ces constructions provisoires ne sont pas du premier coup et ne prétendent pas être les monuments définitifs où s'épanouissent les splendeurs d'une civilisation consommée, dira-t-on qu'elles étaient inutiles et que leurs auteurs se sont trompés en les élevant ?

V. Schaffers, S. J.

UTILITÉ ÉCONOMIQUE ET PHYSIQUE

DES FORÊTS

L'économie, dans son acception non pas seulement étymologique (οἰκία, νόμος), mais extensive et générale, est la science des lois qui président à la production et à la répartition des biens ou richesses, c'est-à-dire des produits et objets matériels nécessaires ou utiles à l'existence, au bien-être et à l'agrément des hommes.

L'économie forestière est donc la science économique appliquée à cette catégorie spéciale de produits du sol que fournissent les forêts.

A la différence des autres fruits de la terre dont la récolte est généralement annuelle, les produits principaux et essentiels des forêts, je veux dire le bois, demandent un plus ou moins grand nombre d'années pour arriver à un rendement utile, nombre qui peut devenir séculaire, voire plus d'une fois séculaire, s'il s'agit d'obtenir des bois de service de fortes dimensions et de haute qualité.

De là résulte un mode de gestion spécial et complètement différent de la gestion des autres fruits agricoles ou industriels du sol.

Mais l'utilité des forêts par rapport aux besoins et au bien-être de l'homme ne consiste pas seulement dans les produits commerciaux. Les arbres, surtout quand ils croissent en massifs d'étendue plus ou moins grande, ont une influence marquée, tant par leur feuillage que par leurs racines et leurs tiges, sur les climats, la composi-

tion de l'atmosphère, la formation ou au moins la conservation des sources (1), la protection des terrains en pentes escarpées, la fixation et la stabilité des sables mouvants des dunes littorales ou intérieures.

D'autre part, du fait même de leur croissance et des diverses influences qu'elles exercent, les forêts relèvent, en plus ou moins forte proportion, de la physiologie végétale, de la botanique, de la météorologie et même de la géologie. La culture des bois, envisagée dans sa plus grande généralité, implique donc par elle-même des connaissances assez complexes, auxquelles l'économie forestière peut avoir à faire appel. Elle n'est point étrangère à la mathématique : celle-ci lui fournit les connaissances nécessaires à l'appréciation des surfaces et des volumes qu'elle a à déterminer.

« Qui terre a guerre a », dit un proverbe populaire exprimant dans une formule brutale les litiges de toute sorte qu'entraînent la possession, la garde et la conservation de la propriété. Plus encore que d'autres, la propriété forestière, par son mode spécial de jouissance et ses conditions particulières, donne lieu à des cas singuliers et à des contestations relevant essentiellement des sciences juridiques, auxquelles s'ajoute la connaissance des principes du droit en matière forestière dans leur application, par la législation, à la sauvegarde des intérêts généraux et d'ordre public en cet ordre de choses.

Enfin la science complète des modes de production et de répartition des biens de toute nature qui dérivent des forêts implique celle de l'histoire de la propriété forestière dans l'antiquité, surtout à partir de l'époque gallo-romaine et des temps mérovingiens jusqu'à nos jours.

Nous voudrions, pour aujourd'hui, choisir parmi ces divers points de vue de l'économie forestière, celui qui

(1) Sur ce point particulier, la certitude est moindre ; les observations sont parfois contradictoires. Cette question sera examinée et discutée dans le cours de cette étude.

concerne l'intérêt le plus immédiat et le plus apparent, le point de vue utilitaire. Nous prendrons pour principal guide dans cette étude, un récent ouvrage qui est une sorte d'encyclopédie de toutes les connaissances concernant les forêts ou s'y rattachant et qui a pour auteur un distingué professeur de l'École forestière de Nancy (1). Le premier volume seul a paru, dont les lignes qui précèdent représentent une analyse sommaire. Un second doit prochainement voir le jour, qui traitera de la *dendrométrie*, méthode pour se rendre compte du volume des bois abattus et surtout des bois sur pied ; de la *formation du produit forestier* par la double action des forces naturelles et de l'intervention de l'homme, ce produit étant considéré et comme capital et relativement à ce capital ; enfin des *estimations* et des *expertises* concernant les forêts.

Un troisième volume, qui paraîtra ultérieurement, traitera de l'*art des aménagements*, c'est-à-dire de l'application au règlement des exploitations forestières des notions acquises dans la « formation du produit forestier ».

Quant à présent, nous nous bornerons à examiner les divers genres d'utilité pour l'homme : directement pour les ressources matérielles de toute sorte qu'il en tire, et indirectement par l'action salutaire que la forêt exerce sur les éléments et sur l'esprit humain lui-même.

I

LES PRODUITS DIRECTS

Dans la haute antiquité, la Gaule, avec la péninsule ibérique d'une part, avec la Germanie et la Scandinavie d'autre part, ne formait, dit-on, qu'une immense forêt vierge, couvrant les plaines et les vallées comme les mon-

(1) *Économie forestière*, par G. Huffel, Inspecteur des Eaux et Forêts, professeur à l'École nationale des Eaux et Forêts. Tome premier. Un vol. in-8° de IX-422 pages. Paris, Lucien Laveur, 1905.

tagnes, et dans laquelle erraient des peuplades clairsemées, vivant de chasse et de pêche. Un événement météorologique vint un jour, s'il faut en croire la légende, changer la face des choses. La foudre, tombant sur un des hauts sommets de la chaîne des Pyrénées, mit le feu à un amas de branches sèches de bois résineux amoncelées sur le sol, lesquelles formèrent bientôt un vaste brasier : l'incendie ne tarda pas à s'attaquer aux arbres eux-mêmes et à se propager tant sur le versant méridional que sur le versant septentrional de la chaîne, suivant, dans la direction du nord, les Corbières, la Montagne Noire, les Cévennes, le Gévaudan, le Vivarais, le Charolais. De là il se serait porté sur le plateau de Langres et aurait envahi les Vosges, le Jura et enfin les Alpes jusqu'à la vallée du Pô où il aurait pris fin (1).

Est-ce par l'immense clairière ainsi produite que se seraient introduites dans notre Occident les populations orientales qui l'ont peuplé sous les noms de Celtes et de Gaulois ?

Toujours est-il qu'en Occident comme en Orient les forêts furent partout, dans l'antiquité, l'objet d'un respect profond, d'une sorte de culte. Les vieux arbres inspiraient aux hommes « depuis les bords du Gange jusqu'à ceux du Tibre », dit Montalembert (2), une vénération d'un caractère religieux, et des bords du Tibre elle s'étendait jusqu'au rivage de l'Océan.

Ce respect des anciens pour les forêts provenait, selon toute probabilité, du sentiment plus ou moins conscient qu'ils avaient de leur utilité. A une époque de l'antiquité relativement récente, on les considérait encore comme le bien le plus précieux que les dieux eussent octroyé aux hommes, *Summum munus homini datum* (3).

(1) Telle serait la légende druidique d'après Bouché de Cluny, cité par M. Jolyet dans la REVUE DES EAUX ET FORÊTS, année 1864.

(2) *Les Moines d'Occident*, tome II, p. 584 de l'édition in-12.

(3) Pline, livre XII, § 1, cité par M. Huffel.

Pendant de longues séries de siècles, du reste, le bois était fort loin de constituer le produit le plus important des forêts. La chasse et la pêche — car les forêts, au temps de leur grande expansion, étaient sillonnées de nombreux cours d'eau — les fruits que produisent spontanément certains des arbres et arbrisseaux dont elles étaient peuplées, la cire et le miel sécrétés par les abeilles dont les essaims occupaient les creux des rochers ou des vieux arbres, le gland des chênes pour la nourriture des porcs, la faîne du hêtre dont on extrait une huile comestible, les feuilles mortes dont on faisait de la litière, la résine que l'on extrayait du sapin, de l'épicéa, du pin sylvestre; tous ces produits, accessoires ou abandonnés aujourd'hui, furent longtemps regardés comme le rendement principal des forêts. On n'avait pas, autrefois, les immenses ressources que le progrès des connaissances et le développement de la civilisation ont mises à notre disposition, hommes des XIXe et XXe siècles, et nos pères trouvaient dans les forêts une foule de ressources que de nos jours on dédaigne plus ou moins.

Il en est une toutefois qui a toujours été considérée (et ne l'est que trop encore aujourd'hui quoique dans une bien moindre proportion) comme inhérente au sol forestier, c'est le pâturage du gros et du petit bétail. Pendant toute la durée du moyen âge et même à l'époque de la renaissance, début des temps qu'on est convenu d'appeler modernes, les forêts étaient estimées non pour la richesse de leur matériel ligneux — ou ne l'étaient qu'en seconde ligne — mais bien en considération du nombre de têtes de bétail et de porcs qu'on y pouvait nourrir. L'extension de l'agriculture en même temps que la diminution d'étendue du sol boisé ont restreint, dans nos pays de vieille civilisation, la pratique du pâturage en forêt. Mais dans les pays neufs, en Algérie, par exemple, dans l'Amérique du Nord, dans la Nouvelle-Zélande, le pâturage dans les bois s'exerce encore sans règle ni mesure.

Dès que la civilisation eut commencé à pénétrer dans les Gaules et que la culture eut peu à peu restreint, au profit des champs, l'empire de la forêt, son produit le plus important, sinon par sa valeur économique du moins par sa masse, ce fut le bois de feu sous ses diverses formes, bourrées, fagots, bûches, bois à charbon. Aujourd'hui encore, en France et même en Allemagne où cependant les arbres résineux (conifères) entrent dans une proportion beaucoup plus grande, les bois de feu représentent la part principale du volume de bois annuellement exploitable.

Jusque vers le milieu du XIXe siècle cet état de choses avait sa raison d'être : l'emploi de la houille était incomparablement moins généralisé qu'il ne l'est aujourd'hui. Non seulement les foyers privés l'employaient peu, mais une foule d'établissements industriels, notamment les verreries et les hauts-fourneaux, ne brûlaient pas d'autre matière que le bois. Depuis lors, l'emploi des combustibles minéraux a pris une extension inouïe : la houille sous ses diverses formes, le gaz qu'on en extrait, les huiles de pétrole, de naphte, etc. tendent de plus en plus à rendre exclusivement les services que l'on demandait naguère au bois ; et déjà l'on peut entrevoir le moment où l'électricité nous fournira la chaleur comme elle nous fournit déjà la lumière, la force et les communications à distance.

C'est toute une révolution économique qui se réalise au profit du chauffage minéral ou artificiel et au détriment du combustible végétal. En sorte que le rôle de la forêt, comme productrice de ce produit, s'amoindrit de plus en plus, surtout en Belgique et en France. Bientôt viendra le temps où le chauffage au bois ne se rencontrera plus que dans les campagnes reculées que le langage populaire qualifie de « pays perdus », ou dans les familles très riches et comme combustible de haut luxe. Aussi la production du bois de feu devient-elle aujourd'hui, comme le fait judicieusement remarquer M. Huffel, un véritable

anachronisme ; par suite l'avenir forestier, dans l'Europe occidentale, serait gravement compromis si, comme nous le faisions observer déjà, ici-même, dans le Bulletin de Sylviculture de janvier dernier (1), les propriétaires s'entêtaient à faire produire toujours à leurs forêts des bois de feu que le public demande de moins en moins et que, dans un avenir prochain, il ne demandera plus du tout.

Au contraire, ce qu'on appelle *les bois d'œuvre*, c'est-à-dire ceux qu'on utilise à tous usages autres que le chauffage, sont de plus en plus recherchés, au point qu'il y a lieu de craindre, nous avons déjà signalé le fait, une disette de ce produit d'ici à moins d'un siècle (2).

Nous ne mentionnons que pour mémoire les bois de marine ; ils n'ont guère aujourd'hui qu'un intérêt historique ; le génie maritime n'emploie plus que l'acier pour la carcasse comme pour la mâture des navires, les aménagements intérieurs réclamant seuls l'emploi du bois.

Le délaissement de ce produit par la marine n'en a point diminué l'importance industrielle pour la charpente, malgré le fréquent emploi du fer et de l'acier dans les constructions civiles. Les arbres résineux et notamment le sapin (*Abies pectinata*, D. C.) sont de plus en plus demandés pour la charpente des maisons bourgeoises, grâce à leur légèreté et « à la facilité de leur découpe et de leur assemblage sur place ». Le chêne, que se disputent plusieurs emplois tels que merrains pour le logement des vins, sciages, menuiserie, ébénisterie, etc., n'est plus guère employé pour la charpente, et cependant les ressources de nos forêts sont loin de répondre aux besoins de la consommation : les importations pour le seul merrain se sont élevées, en France, à 37 millions de francs en 1901, et à 33 millions en 1902, provenant des États-Unis et de l'Autriche-Hongrie, tandis que les ports de ces

(1) REVUE DES QUEST. SCIENTIF., 3e série, tome VII, p. 294.
(2) IBID., 2e série, tome XIX, p. 252 (livr. de janvier 1901).

deux pays et ceux du Canada nous expédient annuellement en outre 50 000 à 60 000 tonnes de sciages de cette essence en même temps du reste que 1 100 000 tonnes de sciages d'arbres résineux.

Si la consommation croissante de la houille fait tort au bois de chauffage, elle n'en demande pas moins aux forêts des bois pour étais des galeries de mines, boisage des puits, etc. ; leur emploi s'étend proportionnellement à l'accroissement des exploitations houillères : presque nul au commencement du XIXe siècle, cet emploi a pris depuis lors un accroissement extraordinaire. On s'en fera une idée en songeant que durant les cinq années 1877 à 1881, pour 28 807 000 tonnes de houille extraites des mines de Saarebruck en Prusse rhénane, la consommation du bois s'est élevée à 631 575 mètres cubes, soit 126 375 m^3 par an ; ou, par tonne, 0,027 m^3 d'une valeur de fr. 0,63. La production annuelle de la houille dans le monde entier étant évaluée à 900 millions de tonnes, la proportion donne, pour l'absorption du bois par les houillères, un volume annuel de 24 300 000 m^3.

Les essences les plus utilisées dans l'exploitation minière sont les pins sylvestre, maritime, laricio ; le sapin, le chêne, même des bois blancs comme l'aune et, à défaut d'autre, le hêtre.

De même que l'industrie des mines exige une consommation croissante de bois, l'industrie des chemins de fer produit un résultat semblable en raison de la nécessité des traverses pour la pose des rails, tous les essais d'emploi de traverses métalliques ayant échoué. Le chêne et le hêtre injecté au sulfate de cuivre ou substance analogue sont surtout usités ; les pins, parfois l'épicéa et même des bois blancs injectés, sont également employés, mais leur durée ne dépasse pas 7 ou 8 ans, tandis que les traverses de chêne et de hêtre ne demandent à être renouvelées que tous les 25 ans, parfois plus. M. Huffel calcule que, rien que pour la France, l'entretien annuel de cet élément des

voies ferrées n'exige pas moins de cinq millions de traverses représentant un volume grume de 800 000 mètres cubes, ce qui représente le double, environ, de ce qu'a laissé disponible la diminution de consommation des bois de chauffage de la ville de Paris.

Les pavés de bois, la « paille de bois » pour emballages, et surtout la fabrication de la pâte à papier fournissent encore à la matière ligneuse d'importants débouchés. La consommation du papier s'accroissant tous les jours, l'industrie de la *raperie* (fabrication de la pâte de bois) suit le même mouvement. Les bois résineux, dont la fibre est plus longue, sont les plus recherchés. La consommation annuelle de papier par la France étant évaluée à 250 millions de kilogrammes, elle exigerait pour la pâte 900 000 mètres cubes de bois résineux, ce qui représente la production de 220 000 hectares de forêt. Mais cette évaluation, établie d'après le rendement de l'année 1895, est considérablement augmentée aujourd'hui.

Il n'est pas jusqu'à la fabrication de la soie artificielle, au moyen de la cellulose extraite du bois, qui ne constitue encore un nouvel emploi du produit des forêts.

Il y aurait, si la place ne nous faisait défaut, d'intéressants détails à donner sur la fabrication du liège extrait de l'écorce des chênes *suber* et *corcier* ou *occidental*, arbres des régions méridionales ; sur le *gemmage* des pins maritimes pour la récolte de la résine, industrie également propre au Midi (1), mais fortement concurrencée par les États du sud de l'Union américaine ; sur les produits obtenus par la distillation des bois feuillus en vase clos, tels que goudron, acide pyroligneux, alcool méthylique,

(1) Le pin noir d'Autriche, qui n'existe en France que par introduction récente, fournit de la résine dans les contrées de l'Europe où il est indigène. Les États-Unis tirent ce produit de plusieurs espèces de pin, notamment du *Pinus australis*, Mich., et du *P. tæda*, L. — Sauf le mélèze, d'où l'on extrait encore la résine dans les montagnes du sud du Tyrol et du nord de l'Italie pour en obtenir la térébenthine dite de Venise, aucun autre conifère que le pin noir d'Autriche n'est affecté en Europe à l'extraction de la résine.

acétone, acide acétique, etc., industrie précieuse au point de vue de l'utilisation des menus brins de taillis de plus en plus délaissés depuis la baisse croissante des charbons cuits en meule sur le parterre des coupes. De ces trois industries, les deux premières sont locales et la dernière, encore récente, semble appelée à prendre de l'extension, ce qui aurait pour effet de diminuer la défaveur dont ces bois sont l'objet.

Nous ne saurions passer sous silence un produit direct des bois de chêne qui, naguère encore, était d'une grande importance au point de vue du revenu et qui est devenu bien insignifiant : il s'agit de l'écorce des brins de cette essence productrice du *tan* employé à la préparation des cuirs. Il n'y a pas encore trente ans que la matière tannante était prise exclusivement dans l'écorce des chênes rouvre, pédonculé, yeuse et kermès, surtout chez les jeunes brins ; la France, en plus de sa consommation, en exportait d'importantes quantités à l'étranger. Aujourd'hui la tannerie emploie de préférence des solutions tanniques fabriquées par macération des bois de chêne et de châtaignier et divers produits exotiques tels notamment que le *quebracho colorado*, bois très fréquent dans les forêts du Pérou et de l'Argentine, et dont la richesse en tanin, qui atteint 15 à 20 p. c., dépasse la teneur en ce produit de tous les autres bois. Aussi le prix des écorces avait-il baissé, en ces dernières années, de soixante pour cent, en bonne qualité, les qualités inférieures ne se vendant à aucun prix.

Passons sur les produits forestiers des colonies : bois d'ébénisterie comme le gayac, le bois de violette, le bois de rose, le courbaril, l'ébène, le palissandre, santal, bois de fer, acajou, etc., etc. ; — le caoutchouc, la gutta-percha, diverses gommes et résines, le camphre, le quinquina, la cannelle, le cacao, l'huile de palmier, etc. dans le détail desquels nous ne saurions entrer ici.

Laissant de côté l'utilité des forêts comme source de richesses, examinons-la maintenant sous le rapport de leur influence sur le climat et l'hydrologie.

II

CLIMATOLOGIE ET HYDROLOGIE

On a comparé à celle de l'océan l'influence des forêts sur les climats. C'est-à-dire qu'une région contenant de vastes surfaces boisées en éprouve, à l'instar des contrées maritimes ou littorales, une régularisation de la température, laquelle est moins chaude en été, moins froide en hiver. Longtemps cet état n'avait été reconnu que d'une manière vague, imprécise, pouvant par suite prêter à discussion. Et lorsqu'en 1864 et 1865, il entrait dans la politique du gouvernement d'alors d'aliéner les forêts de l'État, on ne se fit pas faute de contester l'utilité de la forêt aussi bien sous le rapport climatérique et météorologique que sous les autres. C'est pour répondre par les faits à ces contestations que l'école forestière de Nancy établit, à partir de janvier 1866, des stations météorologiques en forêt et en terrain agricole (1), dont les résultats sont, depuis lors, soigneusement enregistrés jour par jour. Ce fut le feu professeur Mathieu qui installa ces stations et traça le plan de la marche à suivre pour en tirer les conséquences.

L'étranger ne tarda pas à suivre cet exemple : l'Allemagne commença en 1867 ; bientôt la Suisse, l'Autriche, peu à peu tous les pays forestiers civilisés eurent leurs

(1) Voir, pour les détails, le paragraphe XXII (*Météorologie et Climatologie forestière*) de notre étude sur *L'Art forestier à l'Exposition universelle de 1878*, dans la REVUE DES QUEST. SCIENTIF., tome V de la 1re série (janvier 1879), p. 216. Voir aussi le *Bulletin de Sylviculture* de janvier 1879, au § intitulé : *De l'influence des Forêts sur les eaux souterraines*, p. 300 (t. XV de la 2e série).

stations météorologiques en pleine forêt, sur les lisières ou les clairières et en pleins champs.

Grâce aux constatations quotidiennes relevées soigneusement, sur ces multiples points d'observation, il a pu être établi scientifiquement les faits suivants.

La température moyenne annuelle de l'air est plus faible sous bois qu'en champs ; on a même pu mesurer la différence, qui varie, suivant les essences (1) et l'altitude, de 0°,32 à 1°,44, d'après des observations de 10 à 20 années. Ce sont là des moyennes générales ; d'après les moyennes mensuelles, on a pu constater que « l'action réfrigérante de la forêt est bien plus sensible en été qu'en hiver, de sorte que les indications extrêmes sont moins écartées et que le climat des régions boisées est moins excessif » (2). Or c'est bien là aussi le caractère climatérique des régions voisines de la mer. Il y a mieux : les observations horaires ont fait reconnaître qu'en forêt il y a relèvement de la température à l'heure la plus froide du jour et abaissement à l'heure la plus chaude, au point que l'amplitude des oscillations du thermomètre en est réduite d'une quantité qui varie, suivant les saisons, de 3 à 5 degrés. De ce relèvement du minimum diurne de la température résulte une conséquence très importante : c'est que les tardives gelées printanières sont moins fréquentes et moins rigoureuses en forêt ou sous le couvert des grands arbres qu'en pleins champs.

On comprend aisément que, lorsque de vastes surfaces de pays sont couvertes de forêts dans une contrée donnée, cette action sur place de la forêt s'étende à la contrée elle-même, et l'observation tend à confirmer le bien fondé de cette déduction théorique. Nous n'en citerons qu'un

(1) Les mesures thermométriques ont établi que l'amplitude de la variation diurne de la température de l'air est plus grande sous les arbres dont la cime forme un couvert très épais comme l'épicéa et le hêtre, que sous ceux dont le couvert est moyen ou léger comme le pin sylvestre et le pin maritime.

(2) *Économie forestière*, p. 48.

exemple dû à un observateur russe qui s'est livré à une étude comparée des climats du globe. Deux provinces de l'empire d'Autriche-Hongrie sont, l'une, la Bosnie, richement boisée, l'autre, l'Herzégowine, rocheuse et dénudée : or, sur un même parallèle et à altitude égale, la température moyenne de l'été est, en Bosnie, inférieure de 2°5 à 4°5 à celle de l'Herzégowine. Et cette action se fait sentir aussi bien dans la direction verticale que dans l'horizontale, comme en témoigne le célèbre aéronaute militaire Renard, dont la science déplore la perte récente et prématurée : « Le refroidissement, dit-il, ressenti par les aéronautes en passant au-dessus des massifs boisés d'une certaine étendue, se traduit par une descente bien marquée du ballon, laquelle ne peut être enrayée qu'après la projection d'une quantité notable de lest (1). » Cet effet a été plus particulièrement ressenti au-dessus de la forêt d'Orléans, d'une étendue de 34 000 hectares et peuplée de chêne, charme et pin, le ballon étant à une altitude d'un millier de mètres.

Des mensurations thermométriques analogues à celles qui avaient pour objet la température de l'air ont été faites pour le sol, à la surface et à diverses profondeurs jusqu'à $1^{m},20$ tant sous bois qu'en terrain découvert, et les résultats se sont montrés pareils : le sol forestier est légèrement plus chaud en hiver (d'une fraction de degré) que le sol agricole, et plus frais en été de 3° à 5°.

Il résulte de là une plus grande humidité relative en forêt que hors bois, parce que, la température y étant plus basse sur le sol et au-dessus du sol, l'air y est plus voisin du point de saturation. Ici encore diverses expériences dont nous ne saurions donner le détail en cette étude ont confirmé la conclusion du raisonnement.

Enfin les observations pluviométriques non moins nom-

(1) Extrait d'une lettre du Commandant Renard à M. Henry, professeur à l'École forestière de Nancy (cité par M. Huffel, p. 58).

breuses et non moins soignées que celles relatives à la température, en France, en Suisse, en Prusse et ailleurs, aboutissent à ce résultat que, toutes choses égales d'ailleurs, il pleut davantage au centre d'un grand massif boisé que sur ses rives, et davantage sur celles-ci qu'à quelques centaines ou milliers de mètres au delà sur les terrains découverts, et cela en toutes saisons (1).

Ajoutons que, d'observations très suivies faites par un inspecteur des forêts du canton suisse d'Argovie, M. Riniker, il résulte cette conclusion : d'une manière générale, les chutes de grêle s'arrêtent contre les lisières des forêts, surtout peuplées de bois âgés. Soit en plaine, soit en montagne, on voit souvent les orages de grêle coupés en deux ou déviés lorsqu'ils passent au-dessus des massifs boisés (2).

L'influence salutaire des forêts sur le climat et le régime météorologique est désormais hors de conteste. Il n'en est pas de même en ce qui concerne l'hydrologie souterraine, bien que de tout temps et jusqu'à nos jours la présence des forêts ait été considérée comme éminemment favorable à l'alimentation et à la conservation des sources. La chose est aujourd'hui à quelques égards contestée, et certains faits observés tendraient à la faire révoquer en doute au moins dans une certaine mesure. Ayant eu occasion déjà d'envisager la question et d'exposer les arguments pour et contre (3), nous n'y reviendrons

(1) Voir, à ce sujet, les développements donnés sur cette question dans notre *Bulletin de Sylviculture* d'avril 1905 (t. III de la 3e série), au § intitulé : *Du rôle hydrologique des grandes masses boisées*, pp. 679 et suiv.

(2) Qu'on nous permette de citer en ce sens une observation personnelle quoiqu'assez ancienne. Chargé, de 1860 à 1865 et 1867, de la gestion des forêts domaniales d'Ivry, de Roseux (aliénées depuis) et de Mérey, cette dernière d'une contenance de 800 hectares et située sur un plateau dominant la vallée de l'Eure dans le département de ce nom, nous avons pu constater — et le fait nous était confirmé par le témoignage des habitants — que, quand les orages à grêle venant de l'ouest arrivaient au droit de cette forêt, ils se divisaient ou la contournaient, rendant indemnes de leurs ravages les communes riveraines.

(3) Cf. *De l'influence des Forêts sur les eaux souterraines*, dans la

pas, et nous nous bornerons à résumer les conclusions de M. Huffel à ce sujet.

Il est bien établi, par des relevés pluviométriques nombreux et répétés dans toutes les stations d'agronomie forestière, que les forêts accroissent l'abondance des précipitations atmosphériques, et cela dans une proportion pouvant s'élever à 23 p. c.

De plus, si la forêt retient, par adhérence à la tige et aux branches des arbres, une partie de l'eau tombée qui s'en retourne ensuite par évaporation dans l'atmosphère, d'autre part ces branches et cette tige constamment plus froides, et souvent de beaucoup, que l'air ambiant, condensent et écoulent à l'état liquide sur le sol des quantités énormes de la vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère. En sorte que, tout compte fait, la forêt apporte plus d'eau au sol qu'elle ne lui en soustrait par évaporation. Sans compter qu'elle diminue dans une proportion considérable l'évaporation de ce même sol et qu'elle supprime le ruissellement.

D'où il appert que, partout où l'un de ces phénomènes (ou tous deux) joue un rôle prépondérant, comme dans les climats chauds ou sur les terrains en pente, il n'est pas douteux que les forêts ne contribuent à entretenir la nappe d'eau souterraine et conséquemment les sources elles-mêmes. Mais en terrain horizontal et sous un climat froid ou moyen, il n'est guère possible actuellement de dire si la forêt favorise l'alimentation des eaux souterraines ou leur est au contraire nuisible. Telle est du moins la conclusion de M. Huffel ; et ce qui milite en sa faveur, c'est d'une part l'abaissement constaté du niveau de la nappe souterraine ou phréatique sous le sol boisé, d'autre part l'assainissement ou assèchement des sols humides par le boisement, surtout en résineux.

REVUE DES QUEST. SCIENTIF. de janvier 1899, p. 517, et *Contestation d'une des conclusions qui précèdent*, IBID., p. 521.

Mais en même temps, il est des faits très concluants et qui sont d'autant plus de poids qu'ils concernent de vastes étendues. Plusieurs fois déjà nous avons eu occasion de signaler ici-même, à plusieurs reprises, l'abaissement voire la mise à sec de cours d'eau plus ou moins importants, la stérilisation de contrées entières, à la suite des grands déboisements. Le fait a été constaté en Russie d'Europe et d'Asie (1), en Amérique et aux îles Maurice et de la Réunion (2), dans la Mongolie et le Turkestan (3). D'ailleurs, sans aller si loin, le cas de sources taries à la suite de coupes à blanc étoc et renaissant à mesure du développement du recrû, ou de sources taries à la suite de défrichement de bois voisins, a été plusieurs fois observé.

Il est de toute probabilité que, dans les causes de la naissance et de l'entretien comme du tarissement des sources, il entre plusieurs facteurs parmi lesquels l'état de boisement ou de déboisement est l'un des principaux mais non le seul.

III

ACTION PROTECTRICE, ASSAINISSANTE, ESTHÉTIQUE

Jusqu'ici nous avons envisagé la forêt aux points de vue de ses produits économiques ou commerciaux et de son influence sur le climat et l'hydrologie tant aérienne que souterraine.

La forêt a d'autres utilités encore. Elle en a notamment une d'un genre que j'appellerais volontiers *tellurique*, du fait de son rôle de protection : protection du flanc des

(1) REVUE DES QUEST. SCIENTIF., tome XV de la 2e série (janvier 1899), pp. 317 et suiv., et tome XIX, même série (octobre 1901), p. 674.

(2) IBID., tome XV, 2e série, pp. 381 et suiv., et tome VII de la 3e série (janvier 1905), pp. 296 et 297.

(3) IBID., tome XV, 2e série, p. 675.

montagnes contre les érosions des torrents et les inondations que leur déchaînement provoque dans les vallées et la plaine ; protection des habitations et des terres contre les avalanches ; protection enfin contre les sables mouvants. Elle a aussi un rôle utilitaire d'une autre nature encore pour l'assainissement des terres insalubres, pour la mise en valeur des sols incultes ou rebelles à l'agriculture, pour l'ornement du paysage et la réalisation du beau dans la nature (1).

Le chapitre que M. Huffel consacre à la *forêt de protection* est un véritable traité sur la matière. Pour la montagne tout se rapporte au phénomène torrentiel et à celui des avalanches qui lui est souvent connexe. Le phénomène des dunes est également dompté par la forêt de même que la stérilité des landes du sud-ouest de la France a dû céder sous l'action d'immenses plantations forestières ; cette vaste étendue boisée qui recouvre aujourd'hui landes et dunes, établit par un fait patent et permanent la réalité de ce rôle de la forêt ; c'est aussi, pour les Landes de Gascogne, un rôle d'assainissement en même temps que de mise en valeur. Les sables de la Sologne, les terres crayeuses de la Champagne éprouvent aussi le bienfait des forêts qu'on a créées sur ces sols de nature ingrate.

Ayant déjà longuement traité ici-même de ces diverses questions (2), nous n'y reviendrons pas aujourd'hui, renvoyant le lecteur désireux de les étudier plus à fond, aux magistrales expositions qu'en présente M. Huffel dans les deux chapitres portant les rubriques de *La forêt de pro-*

(1) Voir à ce dernier point de vue, *Les Arbres et les Bois. Essai d'esthétique forestière*, dans la REVUE DES QUEST. SCIENTIF., tome IV, 3e série (juillet 1903). Voir aussi dans la REVUE DES EAUX ET FORÊTS (1901 et 1902, *passim*), les intéressants articles de M. Broilliard intitulés : *Questions féminines et réponses*.

(2) Cf. tomes XI et XII de la 1re série, janvier et avril 1882, octobre 1883, les articles publiés sous ce titre: *Montagnes et Torrents*, et tome XXV, octobre 1889, p. 402, *Travaux du reboisement des montagnes*, à l'occasion de l'exposition universelle. Voir aussi tomes XVI et XX, juillet et octobre 1884 et juillet 1886, *Reboisements et repeuplements*.

tection et de *La forêt et les terrains improductifs ou insalubres : rôle esthétique des forêts.*

Nous voudrions toutefois nous arrêter quelques instants sur ce dernier sujet. L'auteur que nous suivons s'élève, avec une grande élévation de pensée, contre le vandalisme mercantile de l'exploitation lorsqu'il s'agit d'arbres vénérables par leur âge, leur stature, leur forme et dont la beauté défie celle des chefs-d'œuvre de nos plus grands peintres paysagistes, arbres faisant l'honneur des forêts qui les possèdent et qu'à bon droit viennent admirer touristes et promeneurs. La soif du beau, le besoin d'idéal sont de nobles passions qui élèvent l'âme plus haut que le souci du lucre ; et sans faire tort aux revendications légitimes de celui-ci, il y a toute facilité de faire une part aux aspirations esthétiques des gens de goût et d'en développer le sens chez les populations.

Comprendre dans l'aménagement et la voirie des grandes forêts, des chemins, des sentiers conduisant aux sites pittoresques, aux points de vue les plus séduisants, à certains arbres légendaires, auprès des sources, des rochers pittoresques, ne serait-ce pas attirer les promeneurs, notamment ceux du dimanche qui, après une semaine de labeur, viendraient volontiers s'y reposer ? C'est surtout au voisinage des villes industrielles que cette disposition des forêts serait précieuse à la fois pour l'esprit et le corps des artisans. « Qui ne se réjouirait, s'écrie avec élan notre auteur, de voir les ouvriers des usines ou de la mine passer le dimanche en forêt, plutôt que dans ces locaux où ils prennent trop souvent leur récréation en empoisonnant à la fois leur corps et leur esprit (1) ? »

(1) *Economie forestière*, p. 208. Il y a, en France, des forestiers qui comprennent le bien fondé de ces considérations. On citait, en 1895, la petite forêt communale du Crêt du Maure, voisine de la ville d'Annecy, que l'Inspecteur des forêts à cette résidence a su, de concert avec le maire, transformer en un véritable parc avec sentiers, allées, perspectives, lieux de repos, etc., « lieu charmant dont l'existence, aux portes de la ville, est un bienfait pour les habitants ». *Loc. cit.*, p. 211, *ad notam*.

Il existe, dans la forêt domaniale de Bercé (département de la Sarthe), une parcelle de huit hectares, au canton des Clos, peuplée d'une superbe futaie de chênes, lesquels étaient âgés, en 1895, de 208 ans ; ils ont donc aujourd'hui près de 218 ans, paraissant néanmoins capables de durer de longues années encore. On y trouve des arbres mesurant $4^{m},48$ de circonférence à la base, $3^{m},96$ à $1^{m},50$ du sol, une hauteur de 29 mètres de tige propre au bois d'œuvre, dont 22 mètres sous branches, et en tout $37^{m},30$, du sol au bourgeon terminal. Ces arbres, il est vrai, sont les plus beaux du massif qui en contient 1314, mais la hauteur moyenne en est encore de 36 mètres. M. Huffel voudrait que ce massif fût conservé au titre esthétique et comme spécimen de la végétation du chêne en massif dans le centre de la France. Mais comme la valeur vénale de cette parcelle n'est pas inférieure à 46 000 francs l'hectare, ce qui, pour ses huit hectares, donne le total fort coquet de 368 000 francs, il est à craindre que l'amour du beau et autres considérations esthétiques ne soient pas de force à lutter contre l'appétit toujours grandissant du minotaure budgétaire.

Cet exemple mis à part, il est certain qu'il n'est pas impossible de concilier le culte du beau dans la nature avec les exigences inéluctables du commerce, de l'industrie et des besoins des propriétaires forestiers. Et cette conciliation n'est pas seulement désirable pour les bois et les arbres ; elle l'est pour tout ce que la nature offre à notre admiration. Une commune du département du Doubs, Nans-sous-Ste-Anne, sur le territoire de laquelle sort d'un magnifique amphithéâtre de rochers la pittoresque rivière du Lizon, a compris cette vérité : un industriel ayant tenté de défigurer ce merveilleux site, elle lui a intenté une action en dommages-intérêts dans laquelle le tribunal de Besançon lui donna gain de cause (novembre 1902) (1).

(1) *Loc. cit.*

Les Vauclusiens, d'après notre auteur, devraient de leur côté se liguer pour éloigner « les vendeurs et les usiniers qui défigurent leur poétique fontaine » ; les Ardennais de même pour la défense « des célèbres rochers des Quatre Fils Aymon, que rongent les carriers » ; et tant d'autres qui devraient s'opposer à des actes de vandalisme tendant à faire disparaître toutes les beautés que la nature a généreusement prodiguées à la terre.

Tout cela est profondément vrai ; mais combien la conciliation est difficile dans ces deux voies opposées ! Que sera-ce, quand, pour utiliser les forces que tient en réserve la *houille blanche*, on aura capté toutes les cascades et les chutes d'eau qui font la gloire de nos montagnes ? quand, par la force des choses, de prosaïques et souvent noires usines encombreront tous les sites admirés jusqu'alors pour leur aspect sauvage et leur solitude agreste ? Il faut bien en convenir, passé un certain degré de développement, la civilisation et l'art, la poésie et l'industrie deviennent de plus en plus incompatibles.

Telles sont les nombreuses utilités de la forêt aussi bien dans l'économie sociale que dans l'économie du globe terrestre. Comprise d'instinct et comme inconsciemment par les sociétés antiques, cette multiple utilité a été plus ou moins méconnue par les sociétés des temps modernes en remontant même, chez les populations essentiellement pastorales de l'Orient, aux premiers siècles du moyen âge. Pour le possesseur de troupeaux, la forêt ne compte que comme pâturage ; et, s'il en trouve les herbages trop maigres, l'Arabe ou le Bédouin nomade y mettent le feu. Aussi, telle contrée aujourd'hui plus ou moins désolée et aride, la Palestine par exemple, était aux temps bibliques verdoyante et fleurie, quand ses montagnes, dénudées aujourd'hui, se couronnaient de forêts.

L'effort vigoureux qui se manifeste dans divers pays, en France notamment, pour la restauration des montagnes

montre assez quels ont été les funestes effets du déboisement.

L'exposé de l'origine de la propriété forestière et l'historique des vicissitudes qu'elle a traversées dans la Gaule romaine et en France, feront l'objet d'une étude ultérieure. Ce qui s'est passé dans cette contrée a eu son similaire dans les autres pays de notre Occident qui, soumis à la domination romaine, ont subi les invasions des Barbares et ont peu à peu fusionné avec elles. L'exposé en aura donc une portée plus générale.

C. DE KIRWAN.

APERÇU SUR

LA MÉDECINE MENTALE

AU MOYEN AGE (1)

On ne peut se défendre d'un double sentiment quand on s'efforce de retracer en un court aperçu ce que fut la médecine mentale au moyen âge.

La matière paraît trop vaste pour se prêter à un exposé sommaire. Pis que cela : on craint de ne pouvoir faire partager au lecteur une opinion qui, vraisemblablement, ira à l'encontre de ses préjugés.

Aventure périlleuse parce qu'excessive ! Qui n'en conviendrait pas ? Après avoir fermé un dernier livre traitant de ces matières, la vision de Balzac m'enveloppa. Comme lui, je vis un océan formé par tous les livres du siècle, qui montaient et descendaient par grandes lames, portant à leur crête une écume d'imprimeurs et de journalistes. De temps en temps, des gens dévoués se hasardaient sur cette mer immense et tâchaient de sauver quelques épaves du naufrage. Des épaves, voilà ce qu'il reste dans nos bibliothèques scientifiques, quand il s'agit de reconstituer la vérité historique, quand on cherche à établir quelles furent les idées, quels, les progrès réalisés en médecine mentale.

(1) Conférence donnée à l'assemblée générale de la Société scientifique, à Bruxelles, le 14 avril 1904.

A ce premier sentiment, s'ajoute la crainte de ne pouvoir, en un aperçu restreint, faire partager comme je le voudrais mon opinion, une de ces convictions bien assises qui s'appuient sur de longues études, une conviction qui ne date pas d'hier, car j'ai butiné partout et les textes se sont accumulés.

Je n'en retiendrai que quelques faits que je livre aux gens de bonne foi.

Il y a quelques années, au Congrès de Fribourg, un des membres les plus distingués de la Société scientifique, le professeur Kurth, en une magnifique conférence, prenait la défense du moyen âge. Il protestait contre ceux qui ne voulaient voir dans le moyen âge qu'une sorte d'arrêt de l'esprit humain, plongé dans la barbarie, se complaisant dans l'obscurantisme et le fanatisme.

Il montrait une société chrétienne naissante, se développant et allant d'un pas sûr à la conquête de tous les progrès.

Historien et orateur, il pouvait tour à tour évoquer, devant son auditoire, les édits des papes, l'organisation sociale, l'art édifiant les cathédrales et les édifices somptueux, les poètes chantant des épopées comme les Niebelungen et la chanson de Roland.

Personne ne conteste plus ces manifestations d'une mentalité active et raffinée, ce qui me donne le droit de poser cette question : comment se peut-il faire qu'en ces siècles si féconds politiquement, socialement et artistiquement dans tous les arts, ayant une intellectualité si haute, cette même humanité ne se signalât pas non plus par d'incessants progrès dans les sciences, en médecine et surtout dans les sciences psychologiques qui voisinent avec la médecine mentale ? Et les traditions des plus célèbres écoles grecques ou arabes ne les conservait-on pas dans les monastères ? Il semble qu'il soit paradoxal d'y contredire.

Pourtant, si je retourne à mes documents et si je

choisis parmi eux, presque au hasard, un traité de médecine mentale, je me heurte presqu'aussitôt à de violentes protestations.

Un auteur de traité de médecine mentale se croirait déshonoré s'il ne consacrait, sinon la préface, tout au moins les premières pages de son livre à l'histoire de la médecine mentale. Elles se terminent invariablement par une antienne aux progrès contemporains. Dans ces volumes, je lis très uniformément qu'au moyen âge il n'y eut plus de médecine mentale. C'est l'âge de l'obscurantisme, des moines-éteignoirs, des vaines dissertations philosophiques et théologiques. C'est l'éclipse totale de la science.

A Paris, il y a peu d'années (nous dirions aussi bien actuellement), voici ce qui s'enseignait :

« A la chute de l'empire, quand les assises de la société païenne s'écroulaient, la science antique devait périr. Elle disparut étouffée entre les moines d'un côté et les Allemands de l'autre ; et les tentatives plus ou moins heureuses du génie hellénique pour rattacher les faits de la nature à des lois fixes, immuables et vraiment scientifiques furent submergées par un retour en arrière qui, sous l'impulsion de races primitives, ramène l'intelligence humaine vers les idées des temps primitifs... »

Et il s'agit « d'habitants de forêts germaniques apportant dans le monde romain leurs conceptions théologiques superficiellement transformées par le christianisme,... d'univers partagé entre le diable et les saints,... de science émigrant chez les musulmans,... d'aliénés payant de leur vie les superstitions barbares de leur époque... »

On veut bien reconnaître qu'au cours du moyen âge il y eut quelques médecins psychologues illustres, mais on nous les représente comme forcés de faire violence à leur conscience de savants. Quand ils écrivent, ils sont, nous dit-on, obligés de faire la part du diable et d'admettre que les démons interviennent dans la production des troubles nerveux.

« Ce sont des hommes éclairés et courageux, pour la plupart médecins, qui ont combattu les monstruosités médiévales au risque de leur sûreté et de leur vie.

» Ils alliaient le courage à la prudence au point de protester de leur foi dans toute production scientifique.

» Ne trouvaient-ils pas leur excuse dans le sort du fameux docteur Edeline qui, après avoir prêché publiquement contre l'existence des sorciers, fut poursuivi et condamné comme sorcier lui-même après avoir fait l'aveu de son crime ? »

Traçant l'historique des psychoses au moyen âge, MM. Paul Garnier et Cololian écrivent :

« Nous atteignons sur la fin de la période médiévale une époque où les idées les plus fausses, basées sur des croyances surannées, font dévier la science. Ce sont les théories de l'humorisme, de la coction des humeurs, de leur fermentation acide ou alcaline. »

Notons, en passant, que cet humorisme, sous le nom d'*intoxication*, que ces humeurs, sous les noms de *toxines* ou de *ferments*, sont les ultimes expressions des progrès scientifiques contemporains.

« Ne pouvant expliquer la folie par les causes naturelles, continuent-ils, les médecins les plus autorisés de l'époque considéraient la folie comme une manifestation surnaturelle, diabolique ou divine. On jugeait la folie d'après les légendes de l'Ancien Testament. »

Puis, après quelques dissertations sur la pénétration d'un mélange du surnaturel et du diabolique, de la sorcellerie dans les conceptions scientifiques d'alors, les auteurs continuent ainsi :

« Nous ne nous attarderons pas sur ces époques sinistres où toute science est honnie, où les hommes jugent de pauvres malades comme des criminels et les condamnent aux pires supplices, aux pires morts, à la prison, au bûcher, à la torture. »

Il se trouva bien en 1560, un Jean Weis qui s'efforçait

de démontrer que les sorciers, les magiciens et les démoniaques n'étaient que des fous, des malades.

« Mais ce souffle de sagesse et de science ne put pénétrer les âmes ; cet appel n'eut pas d'écho. »

Ces opinions ne sont pas isolées. Elles sont à peu près générales. Elles ont un trait commun : c'est une similitude extraordinaire dans leur expression, le mode de narrer les faits, toujours les mêmes, en sorte qu'invinciblement on se demande quel peut être l'inspirateur unique de toutes ces émotions, de toutes ces indignations pompeuses contre l'obscurantisme et la barbarie du moyen âge.

Il n'est pas malaisé à découvrir : c'est Calmeil, l'aliéniste Calmeil qui ne devait certes pas s'attendre à devenir, à travers les âges, le père nourricier de ces étranges vitupérations.

En 1845, Calmeil, médecin aliéniste considérable de son temps, publia deux gros volumes intitulés : *De la Folie considérée sous le point de vue pathologique, philosophique, historique et judiciaire, depuis la renaissance des sciences en Europe jusqu'au XIXe siècle. Description des grandes épidémies de délire qui ont atteint les populations d'autrefois et régné dans les monastères. Exposé des condamnations auxquelles la folie méconnue a souvent donné lieu.*

Ces volumes sont divisés en quatre chapitres correspondant à quatre siècles, du XVe au XIXe.

« Au seuil du XVe, nous déclare Calmeil, personne, au sortir de la nuit épaisse où l'ignorance avait tenu l'Occident plongé pendant la plus grande partie du moyen âge, ne se trouvait en état de deviner l'origine, de donner l'interprétation d'une foule de lésions psychiques. »

Le motif, « c'est l'atmosphère de dissertations théologiques au sein de laquelle on se mouvait, c'est le rôle accordé ici-bas aux êtres surnaturels par une théologie et une philosophie transcendantes.

» Ces doctrines avaient été exposées, développées, soutenues, dans les écoles, enseignées dans les maisons religieuses, expliquées à tout le monde du haut des chaires, amplement commentées à tous les fidèles au tribunal de la pénitence. »

Voilà pourquoi toutes les personnes de ce temps dont la raison devenait vacillante étaient des possédés, des lycanthropes, des théomanes, des démonolâtres. Et il s'attaque aux miracles relatés dans l'Ancien et le Nouveau Testament. Il règle l'affaire de Jeanne d'Arc, des démoniaques brûlés à Berne, la démonopathie des moinesses de Cambrai, un délire de sorcellerie dans l'Artois. — La citation d'une quinzaine de faits semblables survenus au cours de ce siècle sert à étayer la thèse.

Au XVIe siècle, si des hommes éminents pactisent encore avec les inquisiteurs et les théologiens, tels Ambroise Paré et Fernel, d'autres méritent qu'on prononce à tout jamais leur nom avec vénération. C'est Ponzinitius (qui s'en souvient ?), c'est le courageux Weis, c'est Montaigne lui-même.

Ceux-là ont eu la gloire de faire comprendre aux savants que les phénomènes attribués au commerce de l'homme avec les êtres surnaturels sont du ressort de la pathologie !

Au XVIIe siècle « la pensée humaine fécondée par quelques rares et sublimes génies atteint rapidement à un degré d'élévation tel qu'il ne sera donné qu'à un petit nombre d'intelligences privilégiées d'apprécier l'importance et l'étendue d'un tel progrès ».

J'ai peur d'abuser des citations. Il faut cependant que vous m'autorisiez à reproduire d'après Calmeil le double et beau geste qu'il attribue à Bâcon, Descartes, Pascal, Leibniz, Newton, Malebranche.

« Ils s'efforcent, écrit-il, de saper d'*une main* les erreurs qui tiennent la raison captive, et de l'*autre main* ils frayent hardiment à l'entendement des voies que nul n'avait,

avant eux, pratiquées. » Sa rhétorique, on le voit, a des licences.

Cela n'empêchera pas Calmeil de découvrir dans le XVIIe siècle tout autant d'épidémies délirantes, de démonolâtres, de démonopathes, de théomanes qu'au siècle précédent.

L'étude du XVIIIe siècle ne relève pas de notre matière. Constatons seulement que Calmeil au cours de ce siècle découvre comme dans les siècles précédents, des épidémies de démonopathies, de vampirisme, de théomanies.

Telle est l'œuvre : grenier d'abondance, caisse de secours de ceux qui n'ont que le souci de nous présenter le moyen âge sous le plus lamentable aspect.

C'est pour cela que c'est chose peu séduisante de s'enquérir du moyen âge auprès de nos historiens modernes. De fait, on se condamne à relire Calmeil, ses histoires, ses phrases pompeuses et vides, ses tirades sur l'obscurantisme. Encore si ces historiens avaient eu jamais souci de contrôle. Ils se sont contentés de transcrire hâtivement. Que n'ont-ils fait acte de probité ! Il eût été aisé de s'entendre et d'arriver à circonscrire les abus.

Nous ne nions pas l'existence d'inquisiteurs peu éclairés, de quelques bûchers à jamais regrettables, d'aliénés sottement accusés ou s'accusant eux-mêmes des crimes les plus imaginaires. Mais encore de quel droit généraliser ces faits et, après avoir cité quinze ou vingt faits de ce genre au cours d'un siècle, de quel droit s'écrier : « Voilà la science d'alors ! voilà l'état de la pathologie mentale au XVe et au XVIe siècle ! voilà le moyen âge ! »

Je convie ces historiens à appliquer cette méthode à l'étude de l'Europe contemporaine, celle du XXe siècle. Nos journaux relatent de temps à autre ces mêmes épidémies psychiques, ces folies des foules, ces entraînements barbares, ces cruautés que toute civilisation réprouve.

Le docteur Jacoby, dans une étude très documentée, vient de nous apprendre qu'actuellement en Russie ces épidémies

sont très fréquentes, spécialement dans le nord, le centre et l'est de l'empire, et donnent invariablement lieu à des poursuites judiciaires, aboutissant à des condamnations depuis la rélégation jusqu'aux travaux forcés. Dans la province d'Orel, qui compte 2 300 000 habitants, sur 10 000 on compte de seize à vingt démonomaniaques ou possédés. Ceux-ci entraînent des groupes et forment des courants psychologiques. Allons-nous juger la Russie d'après ces faits ? Allons-nous proclamer l'obscurantisme de la Russie?

J'ai lu des études de M. de Vogüé sur la Russie et nombre de revues françaises sur la grande nation amie et alliée. A en croire ces auteurs, la Russie est une nation de haute civilisation. D'aucuns, peu férus de parlementarisme, souhaitent même que nous lui empruntions quelque peu de son organisation sociale et nul ne s'évertue à démontrer que l'église orthodoxe, par ses enseignements théologiques, suscite ces misères.

Pas plus que la Russie, le moyen âge ne fut dépourvu de savants remarquables. Pour ne pas les rencontrer et ne pas sentir leur influence prépondérante, il faut éviter, en sectaire, tout contact avec les moines, leurs abbayes, leurs écoles.

Il est vraiment navrant de constater avec quelle aisance on travestit les faits historiques les mieux établis.

Prenons pour exemple l'épidémie de 1374, dite d'Aix-la-Chapelle. Arrivées d'Allemagne, des troupes d'hommes et de femmes, se tenant par la main, emportés par une sorte de délire, dansaient des heures entières jusqu'à ce qu'ils tombassent par terre. Ils pénétraient ainsi dans les rues, sur les places publiques et jusque dans les églises.

Les uns s'hallucinaient et hurlaient, d'autres avaient des crises épileptiformes.

D'Aix-la-Chapelle, par la contagion de l'exemple, les mêmes extravagances éclatèrent à Liége, à Utrecht et ailleurs.

Si nous nous en rapportons à Littré et à quelques auteurs de la même école, - cette maladie répandait l'effroi et fut bientôt mise sur le compte du diable. Les prêtres n'avaient cure que d'exorcismes. -

Or, dans nombre de mémoires, on peut lire que cette épidémie était imputée à la misère occasionnée par la peste noire et à la tension extraordinaire des esprits d'une époque tourmentée de l'histoire. Nombre de thérapeutes surgirent ; la plupart, considérant cette maladie comme une affection sensorielle et morale, furent d'avis que la musique et des impressions sensorielles pouvaient l'atténuer et la guérir. Et, avec l'ingénuité qui caractérise l'époque, les magistrats payaient des musiciens pour faire passer les accès.

D'autres critiquaient cette influence, tenaient que ces airs trop animés, ces tons perçants des flûtes et des trompettes étaient de nature à augmenter les crises et les extases ; à quoi les premiers répondaient que l'on rompait la racine du mal lui-même par la violence des accès.

Pour les uns comme pour les autres, il s'agissait de névrosés que des émotions en des corps émaciés avaient ébranlés et que des suggestions émotives pouvaient calmer, en quoi ils avaient parfaitement raison.

Les mêmes historiens ignorent qu'au moyen âge on pouvait puiser les enseignements les plus précieux, que nous, modernes, nous n'avons pas reniés, dans ces foyers de haute culture qu'étaient les abbayes, et qu'en dehors de celles-ci bien des savants médiévaux nous ont légué leurs principes scientifiques et leur célébrité.

Pourquoi affecte-t-on d'ignorer sainte Hildegarde, morte en 1180, femme-médecin célèbre ? Elle fut une praticienne réputée. On lui doit des traités d'une pénétration étonnante. La métallothérapie à laquelle le Dr Burcq devait quelques siècles plus tard assurer un nouveau relief, y figure tout entière.

Et c'est sainte Hildegarde qui refuse de voir dans

la « possession diabolique » la cause de la folie et qui explique l'épilepsie comme on tente de l'expliquer de nos jours. C'est sainte Hildegarde qui précise la théorie de l'auto-intoxication (est-ce assez moderne ?)... C'est sainte Hildegarde qui au xe siècle jette la lumière sur les mystères de la circulation du sang. A côté d'elle et après elle, ne pouvons-nous pas citer Jean Yperman (d'Ypres), du XIIIe au XIVe siècle) qui proclame que la folie relève de l'inflammation des méninges, de l'altération des humeurs, d'intoxications qui prennent leur origine dans le rein, l'estomac ou les poumons ? Plater, Forestus étaient des thérapeutes avisés en médecine mentale et personne n'ignore les enseignements féconds de Vanhelmont (du XVIe au XVIIe s.) et de Boerhave (du XVIIe au XVIIIe s.). Ils traitaient les épileptiques par les décongestifs, la sudation et la gymnastique.

Paracelse n'encourut aucune condamnation quand il écrivit qu' « un grand nombre d'effets qui paraissent surnaturels s'expliqueront un jour par des causes toutes physiques ».

Il empruntait cette formule à l'enseignement de l'Église. C'est cet enseignement que nous nous efforcerons de dégager en jetant un coup d'œil sur des documents incontestés, des édits pontificaux et des doctrines qui font autorité, et une fois de plus nous aurons le regret de constater que dans un but sectaire on a audacieusement travesti les conceptions scientifiques du moyen âge et l'attitude de l'Église à l'égard de ses savants.

A cette époque où logiquement on aurait pu être poussé à une crédulité excessive, l'Église par la voix de ses évêques et de ses pontifes convie les savants à la prudence ; s'ils s'en tiennent à ses instructions, il n'y a aucun danger qu'on confonde les manifestations hystériques ou épileptiques, les plus bizarres ou les plus extraordinaires, avec des phénomènes extranaturels.

Je n'en citerai qu'une preuve. Aux jours où l'étude des désordres de la sensibilité n'était qu'à ses débuts et devait être bien troublante pour des esprits réfléchis, Thyraeus enseigne « que les persécutions, les douleurs et les tourments que quelques-uns endurent, que les impulsions extraordinaires que certains manifestent ne peuvent être considérés comme des signes certains de possession diabolique ». La morbidité extravagante et paradoxale des hystériques se trouvait décrite de longs siècles avant Charcot !

Les théologiens ne s'insurgeaient pas contre l'hypothèse de lois purement naturelles, si invraisemblables qu'elles parussent. La plupart et les plus éclairés avaient le droit de se montrer incrédules ou méfiants. Parfois même ils allaient au devant des savants pour les libérer de leur pusillanimité.

Le pontife Benoît XIV a laissé des instructions précises où il est dit que les médecins eux-mêmes disent possédées des personnes qui ne le sont pas, que certains signes dont quelques-uns déduisent la possession sont des signes d'humeur mélancolique. Il renvoie aux traités de médecine et il engage à la plus grande prudence.

Quelle est donc la doctrine de l'Église à l'égard de la possession diabolique ? Varia-t-elle jamais ?

Du tout. Elle a constaté que dans les Évangiles, dans les vies des Saints comme dans l'Art, les signes corporels des manifestations démoniaques qui frappent davantage sont seuls mis en relief. Et cela ne lui suffit pas. Il lui faut la parole des Saints ou de Jésus-Christ pour qu'elle s'incline.

Au moyen âge, pas plus qu'aujourd'hui, les tours de force ou d'adresse les plus troublants de la grande hystérie, les mouvements les plus fantasques et les plus désordonnés n'ont illusionné ni les théologiens ni les savants.

Il leur fallait plus pour qu'ils s'enquissent de possession ;

il fallait entre autres que le sujet se soustrayât aux lois de la pesanteur.

Affirmera-t-on encore l'hystérie chez cet homme qu'avec saint Paulin, un certain nombre de témoins attestent avoir vu marcher contre la voûte d'une église, la tête en bas, sans que ses habits fussent dérangés ? — « J'ai vu, dit Sulpice Sévère, un possédéé levé en l'air les bras étendus à l'approche des reliques de saint Martin. »

Si ces faits ne sont pas controuvés, il faut bien, qu'on le veuille ou qu'on ne le veuille pas, les tenir pour des phénomènes que nulle science au monde n'interprétera comme ressortissant aux lois naturelles.

Que ne rencontrons-nous le souci de certitude, d'exactitude ou de minutie chez ceux qui se sont complus à nous prodiguer leurs lumières sur le moyen âge ?

Dans *Les Démoniaques dans l'art,* publié sous les auspices de Charcot et de Richer, nous contemplons la reproduction d'une fresque d'André del Sarte représentant censément saint Philippe de Néri délivrant une possédée. Or il s'agit de saint Philippe Bénizi !

Distraction sans doute ?

Et ne tirent-ils pas argument des tableaux de Rubens représentant saint Ignace qui délivre les possédés ? Or les tableaux de Rubens ne représentent pas du tout des scènes réelles. Ce sont des compositions de l'artiste qui groupe au gré de son imagination des faits distincts. Il s'agit, entre autres, de faits postérieurs à la mort du saint et imputés à son intercession. Cela n'empêchera pas Charcot et Richer de disserter sur la question de savoir, ayant sous les yeux les documents fournis par Rubens, s'il ne s'agissait pas de vulgaires hystériques.

Ne nous attardons pas davantage. Je crois la démonstration suffisante. Par une analyse impartiale et attentive, il est aisé d'établir d'une part que le moyen âge, loin de se soustraire aux préoccupations scientifiques, avait sa pléiade de savants et de psychologues qui, avec une péné-

tration étonnante, découvrait des principes, des lois, des thérapeutiques dont nous tirons gloire aujourd'hui, et d'autre part que les historiens du moyen âge, se copiant successivement et le plus souvent dans un but sectaire, ont fini par égarer l'opinion publique sur la valeur scientifique de cette époque.

Combien j'ai hâte de me soustraire à leurs grimoires et à leurs boniments pour m'en aller subir le charme des plus naïves, des plus douces et des plus suggestives pages qui aient été écrites par un moine de ce temps!

Qui de nous ne s'est aventuré, en une heure de loisir, dans notre somptueux musée moderne de Bruxelles?

Dans une de ses plus grandes salles, au centre d'un vaste panneau, à une place d'honneur, figure un tableau du grand peintre Wauters, représentant la folie d'Hugo Vander Goes.

A l'avant-plan, en pleine lumière, le peintre Hugo Vander Goes, revêtu de la bure du moine, est affalé dans son fauteuil gothique en une expression de terreur. Les cheveux en désordre, il s'étreint violemment les mains et ses yeux fixent dans le vide quelque ombre fantastique et terrifiante. Derrière lui un frère choral dirige et modère du geste un groupe d'enfants de chœur accompagnés de la harpe et de la mandoline tandis qu'il surveille le peintre et cherche à surprendre l'impression que les chants et les sons harmonieux produisent sur les émotions du malheureux, en crise de folie.

Tel est ce tableau suggestif qui m'aidera à exhumer un épisode émouvant dans la vie de Hugo Vander Goes, à son heure le premier peintre de l'Europe, venant mourir à l'abbaye de Rouge-Cloître, en 1482, en frère-lai après avoir connu toutes les gloires. A l'heure actuelle, Dresde, Florence, Munich se font honneur de posséder quelques-uns de ses chefs-d'œuvre.

J'ai une satisfaction particulière à m'arrêter aux crises

de folie de H. Vander Goes, non seulement parce qu'il fut un de nos grands peintres, mais parce que sa vie s'écoula à Rouge-Cloître et encore qu'un de ses frères en religion, le frère Ofhuys, le plus modeste des moines, nous laissa, sur son infortuné et talentueux compagnon, les pages les plus attachantes qu'on puisse lire.

Rouge-Cloître ! On se souvient de ses ruines actuelles, attestant de la Révolution qui passa dans cette vallée poétique et enchanteresse aux portes de Bruxelles.

Quant au frère Gaspar Ofhuys, né en 1456, mort à Rouge-Cloître en 1523, en quelques pages que je me plais à citer, il exhume une époque.

Il n'a pas les prétentions d'un styliste. Il décrit dans le patois savoureux de son temps, en simple artisan, ce qu'il voit, ce qu'il entend. Il s'humilie devant les grands de son temps et risque timidement, sous l'influence des idées courantes, sa naïve opinion personnelle. Document précieux entre tous, puisqu'il nous livre le rejaillissement sur l'esprit des plus humbles moines des idées scientifiques qui avaient cours.

« L'an du Seigneur 1482, écrit-il, mourut le frère convers Hugues qui avait fait ici profession. Il était si renommé dans l'art de la peinture qu'en deçà des montagnes, disait-on, on n'aurait pu trouver son pareil. *Nous avons été novices ensemble, lui et moi qui écris ces choses.* Hors de sa réception et pendant son noviciat, comme il avait été bon plutôt que grand dans le siècle, le prieur Thomas (un Campinois) lui permit maints délassements se rapprochant des joies terrestres, plus propres à rappeler la pompe du monde qu'à exciter à la pénitence et à l'humilité. Cette tolérance déplaisait à quelques moines qui disaient : « On » ne doit pas exalter les novices mais les humilier. » Comme Hugues excellait à peindre, nombre de grands et d'autres et même le très illustre Archiduc Maximilien venaient le voir, poussés par un ardent désir de contempler ses œuvres.

Les visiteurs lui firent obtenir du prieur la permission de fréquenter la chambre des hôtes et d'y banqueter avec eux.

» Quelques années, cinq ou six ans environ, après sa profession, notre frère convers, si je me rappelle bien, partit pour Cologne, accompagné de son frère utérin Nicolas, qui était ici profès et donat, de Pierre, frère régulier du trône, demeurant alors à Jéricho, à Bruxelles et de quelques autres. Ainsi que je l'appris du donat Nicolas, le frère convers Hugues, à son retour, fut attaqué pendant la nuit d'une maladie mentale ; il se disait condamné et voué à la damnation éternelle et il se serait nui corporellement et mortellement s'il n'en avait été empêché de force, grâce à l'assistance des personnes présentes. Cette infirmité singulière jeta une profonde tristesse sur la fin du voyage. On parvint toutefois à atteindre Bruxelles où le prieur fut immédiatement appelé (dans le refuge du prieuré à Bruxelles, rue des Alexiens). Celui-ci soupçonna Hugues d'être frappé de l'affection qui avait tourmenté le roi Saül, et se rappelant comment il s'apaisait lorsque David jouait de la cithare, il permit de faire de la musique en présence du frère Hugues et d'y joindre d'autres récréations de nature à dominer le trouble mental du peintre. Malgré tout ce que l'on put faire, le frère Hugues ne se porta pas mieux mais persista à se proclamer un enfant de perdition.

» Ce fut dans cet état de souffrance qu'il rentra au couvent. Combien de services lui rendirent les frères choraux ; quelle charité, quelle compassion ils montrèrent pour lui jour et nuit, Dieu seul peut l'apprécier. Ils ne s'effaceront jamais de la mémoire. Et cependant plus d'un, et les grands exprimaient une tout autre opinion. On était rarement d'accord sur l'origine de la maladie de notre frère convers. D'après les uns, c'était une espèce de grande frénésie. A en croire les autres, il était possédé du démon. Il se révélait chez lui des symptômes de l'une et de l'autre de ces affections ; toutefois, comme on me l'a

fréquemment répété, il ne voulut jamais nuire à personne qu'à lui pendant tout le cours de sa maladie. Ce n'est pas là ce que l'on dit des frénétiques, ou des possédés. Quant à mon avis, Dieu seul sait ce qu'il en était.

» Ne pouvant envisager de deux manières la maladie de notre frère convers, disons d'abord que ce fut sans doute une frénésie naturelle et d'une espèce particulière. Il y a en effet plusieurs variétés de cette maladie qui sont provoquées : les unes par des aliments portant à la mélancolie, les autres par l'absorption de vins capiteux, qui brûlent et incinèrent les humeurs ; d'autres encore par l'ardeur des passions telles que l'inquiétude, la tristesse, la trop grande application au travail et la crainte ; les dernières enfin, par l'action d'une humeur corrompue agissant sur le corps d'un homme déjà disposé à une affection de ce genre.

» Pour ce qui est des passions de l'âme, je sais de source certaine que notre frère convers y était fortement livré. Il était préoccupé à l'excès de la question de savoir comment il terminerait les œuvres qu'il avait à peindre et qu'il aurait à peine pu finir, comme il le disait, en neuf années. Il étudiait très souvent dans un livre flamand.

» Pour ce qui est du vin, il en buvait avec ses hôtes et l'on peut croire que cela aggrava son état. Ces circonstances peuvent amener les causes, qui, avec le temps, produisirent les graves infirmités dont Hugues fut atteint.

» D'autre part, on peut dire que cette maladie arrive par la très juste providence de Dieu qui, comme on le dit, est patient mais agit avec douceur à notre égard, voulant que nul ne succombe sans qu'il puisse revenir à résipiscence. Le frère convers dont il est ici question avait acquis une grande réputation dans notre Ordre ; grâce à son état, il était devenu plus célèbre que s'il était resté dans le monde. Et comme il était un homme de la même nature que les autres, par suite des honneurs qui lui

étaient rendus, des visites, des hommages qu'il recevait, son organisme se sera exalté, et Dieu, qui ne voulait pas le laisser succomber, lui aura envoyé cette infirmité, qui l'humilia réellement d'une manière extraordinaire. Lui-même, aussitôt qu'il se porta mieux, le comprit ; s'abaissant à l'excès, il abandonna de son gré notre réfectoire et prit modestement ses repas avec les frères lais.

« Ce frère en qualité d'excellent peintre, comme on le qualifiait alors, était livré, par un excès d'imagination, aux rêves et aux préoccupations ; il a été par là atteint dans une veine près du cerveau. Il y a en effet, à ce que l'on dit, dans le voisinage de ce dernier, une veine petite et délicate dominée par la puissance de créer et de rêver. Quand chez nous l'imagination est trop active et que les rêves sont fréquents, cette veine est tourmentée, et si elle est tellement troublée et blessée qu'elle vient à se rompre, la frénésie et la démence se produisent. Afin de ne pas tomber dans un danger aussi fatal et sans remède nous devons arrêter nos rêves, nos imaginations, nos soupçons et les autres pensées vaines et inutiles qui peuvent troubler notre cerveau.

« Nous sommes des hommes et ce qui est arrivé à ce convers par suite de ses rêves et de ses hallucinations, ne peut-il pas non plus nous survenir ? »

Longtemps on put lire sur une pierre tumulaire du cimetière de Rouge-Cloître : « Le peintre Hugo Van der Goes repose ici. L'art le regrette, car il ne lui connaît pas d'égal. »

A cette différence près avec nos savants les plus modernes que le moine Ofhuys s'humilie devant Dieu et commence par avouer son ignorance, il nous indique de la façon la plus précise, la plus judicieuse, toute la causalité, toute l'étiologie de la mélancolie délirante dont fut atteint Hugo Vander Goes.

On croit que les passions surexcitées, qu'un travail intellectuel excessif qu'on désigne sous le nom de surme-

nage peut engendrer cet état vésanique. Tel est aussi l'avis de Ofhuys.

On croit que l'usage intempestif ou démesuré de l'alcool altère la structure des vaisseaux, diminue leur élasticité et entrave la circulation. Tel est aussi l'avis de Ofhuys.

Mais on considère comme un progrès remarquable d'avoir imaginé que la mélancolie délirante ne serait autre chose qu'une auto-intoxication. Ces toxines seraient engendrées dans les voies digestives et mal éliminées ou produites en excès s'en iraient empoisonner le sang et par la suite la cellule nerveuse. Eh bien ! si vous voulez pardonner à Ofhuys d'appeler ces toxines des *humeurs*, ou pardonner à nos savants modernes d'appeler ces humeurs des *toxines*, il se trouve qu'Ofhuys précède de quelques siècles nos plus modernes savants et que, si on ne peut pas les accuser de plagiat, c'est qu'ils ont ignoré qu'il y avait à puiser, dans l'obscurantisme du moyen âge, d'invraisemblables lumières.

Et ce traitement que, fidèles aux traditions de l'époque, les moines de Rouge-Cloître avaient institué, serait-il à blâmer ?

Vous remarquerez qu'ils n'ont cure d'exorcisme, de possession. Les moines qui risquent cette interprétation n'ont aucun succès. On veut traiter Vander Goes ; Ofhuys nous le laisse bien entendre : « Les possédés ne procèdent pas ainsi. »

Tout cela est naturel. C'est une maladie et on la soigne en recourant à un traitement moral, à la musique. La musique vocale et instrumentale exerce sur les aliénés déprimés la plus heureuse influence. Cette diversion morale et intellectuelle est proclamée des plus sérieuses. Dans chacun de nos asiles, on s'efforce de créer des écoles de musique. On discute la question de savoir quelle musique, et sous quelle forme elle peut être le plus utile.

Certains auteurs ont découvert à la suggestion musicale des propriétés insoupçonnées. C'est la question de demain.

On fera peut-être bien, pour ne pas perdre trop de temps, de prendre l'avis des moines médiévaux et de quelques frères lais, Ofhuys, par exemple.

Vous venez d'entendre l'opinion sur un cas de médecine mentale du plus humble des moines d'une abbaye perdue dans les bois.

Ce n'est pas lui qui s'est jamais occupé de science. L'orgueil ne l'a pas touché. Il s'estime ignorant. Il parle avec un saint respect de son duc Maximilien et des grands de ce monde. Il ne s'est jamais trouvé mêlé aux assemblées de savants ni aux princes de la science. Il a appris par ouï-dire et son bon sens a fait le reste.

Mais la tradition populaire est telle, la science mentale a diffusé à ce point dans toutes les couches sociales qu'il analyse les causes de la mélancolie avec une acuité et une exactitude parfaites.

Et si le peuple est instruit à ce point de pathologie mentale, que sera-ce des intellectuels ? L'obscurantisme ne régnait pas en bas. Sévirait-il en haut ?

Les noms d'Ambroise Paré, de Weis, de Fernel, de Bodin, de Lépine sont là, et leurs œuvres disent ce qu'ils furent.

Du plus ingénu des frères convers, allons à celui qui fréquenta assidument ses contemporains médecins et savants et dont toute l'œuvre est le puissant reflet. Il est à l'antipode du frère Ofhuys : j'ai nommé Shakespeare.

Shakespeare naquit vers le milieu du XVIe siècle et mourut au commencement du XVIIe. Supérieur à tous ses contemporains de toute la puissance de son génie, loin de respecter les princes, il les flagelle et avec eux les nations. Paul de St Victor le compare au dieu Pan dont la poitrine azurée réfléchissait toutes les images de la terre, tous les astres du firmament.

L'étude de la folie occupe une place considérable dans tous ses drames. Nous y retrouvons un tableau fidèle des connaissances psycho-pathologiques de son temps. Il les

devait aux ouvrages scientifiques qu'il connaissait, aux médecins qu'il côtoyait. Sa fille n'avait-elle pas épousé un médecin ? Nul mieux que lui décrivit d'une manière plus saisissante la psychologie de l'aliéné en s'inspirant des enseignements qui avaient cours.

Il résume en traits éclatants les connaissances de son siècle en matière de médecine mentale.

« Quelle intuition profonde ! s'exclame de St-Victor, quelle sagacité redoutable ! quel vol d'aigle sur le troupeau des hommes ! Si quelque chose peut donner ici-bas l'idée du jugement dernier qu'annonce l'Écriture, c'est Shakespeare ressuscitant le passé. »

Voyons ce passé d'érudition et d'analyse transcendante dans quelques-uns de ses drames.

Étudions l'hallucination visuelle dans *Macbeth* et nous verrons de suite avec quelle science profonde, avec quelle perception exacte des contingences, elle est traitée.

L'halluciné sera Macbeth, *esprit faible et impressionnable,* soldat heureux, ambitieux sans scrupules, mélange bizarre de courage et de superstition, de férocité et de pusillanimité. Il craint le *silence* et l'*obscurité*. N'est-ce pas là le névropathe, le cérébral, le taré tombant fatalement dans l'hallucination quand il a passé par *l'émotion* et *le remords du crime*.

C'est d'abord l'halluciné de la vue, puis, dans une succession bien scientifique, l'halluciné de l'ouïe. Dans les premiers temps, il se ressaisit puis il en devient la victime inconsciente. L'hallucination a suivi son évolution complète.

Écoutez comment il la décrit : « Mon père, il me semble que je le vois par l'œil de mon âme ». N'est-ce pas la définition la plus brève et la plus exacte de l'hallucination ?

Il est *seul* à voir le spectre de Banquo.

Aucun ouvrage spécial n'a mieux décrit l'hallucination que ce monologue de Macbeth :

« Est-ce un poignard que je vois devant moi...

« Mes yeux sont devenus les jouets des autres sens ou bien ils ne valent pas mieux que les autres...

« C'est cette entreprise sanguinaire qui fait surgir cette vision devant mes yeux... »

Sans doute, spectres et ombres sont des moyens communs d'émouvoir le spectateur, et Shakespeare n'y répugne pas. Mais il nous montre à satiété que ce n'est pas au hasard qu'il entend soumettre ses personnages à l'incohérence ou aux troubles pathologiques les plus divers. Il s'agit ici d'un déséquilibré que l'hallucination guettait et cette hallucination devait surgir sous la secrète morsure du crime. C'est un de ces drames qui s'achèvent dans les asiles.

Shakespeare est le plus dramatique des poètes parce que c'est la nature même, dans ce qu'elle a de plus impressionnant, qui évolue devant nous.

Il n'y a rien à reprocher à la description de Lady Macbeth, somnambule. Elle devient somnambule sous les coups répétés d'émotions déprimantes. C'est l'insomnie d'abord, le somnambulisme ensuite.

Comment le poète définit-il le somnambulisme ?

« C'est un ébranlement de la nature que de recevoir les bienfaits du sommeil et de poser à la fois des actes propres à l'état de veille. »

Lady Macbeth somnambule se promène, porte des objets, écrit. Elle aperçoit de ses yeux à demi ouverts et figés des objets rapprochés. Elle reste debout tant qu'il y a affaire pour elle et qu'elle se propose un but. Mais elle s'affaisse, elle est brisée dès qu'elle voit que son espoir est vain, que l'époux qu'elle avait rêvé grand et puissant est privé de courage. Jusqu'à ce moment énergique et résolue à l'état de veille, elle se domine.

Dès que l'heure du sommeil est venue, le supplice commence. C'est l'insomnie, puis le somnambulisme. Le poète a soin de distinguer cet état psychologique de la folie. C'est une surexcitation nerveuse, ce sont des craintes

obsédantes qui lui font redouter l'obscurité de la nuit. C'est d'elle qu'il dira : « Elle a plutôt besoin d'un prêtre que d'un médecin. »

Il fallait plus que la puissance d'observation d'un génie pour narrer en ces détails toutes les phases d'états psychologiques si compliqués.

Ces relations de corps à âme étaient connues, analysées et décrites. Shakespeare les a transportées sur la scène avec une puissance d'expression, une justesse et des raffinements d'analyse peut-être jusqu'ici inégalées.

Dans *Le Roi Lear* nous trouvons le tableau le plus fidèle de l'*état maniaque aigu*. Aucun trait essentiel n'y manque. On croirait lire des feuillets détachés de quelque traité classique de médecine mentale. Cause, effets et cours de la maladie, tout y est décrit avec un sens absolu de la réalité.

« Dans *Le Roi Lear*, écrit un de nos maîtres d'Allemagne, beaucoup de détails sont burinés avec une telle vérité que nous ne devons nous étonner si, de nos temps, des médecins auteurs rappellent, pour la description de cet état aigu, la narration magistrale qui en a été faite il y a quelques siècles. »

Quel préambule saisissant de vérité au drame, quel épiphénomène senti et vécu au moment où la folie commence à ébranler son cerveau et où il ressent sa première secousse ! « O Lear ! s'écrie-t-il, Lear, Lear, frappe ce front qui laisse entrer la démence et s'échapper la chère raison. » Rien de poignant et de pathétique comme ce détraquement intérieur, prélude affreux tant de fois signalé. On dirait un possédé se débattant contre le démon qui veut entrer dans son être. C'est la *Force ennemie* de Nau couronné hier par l'académie de Goncourt.

Il y a des moments où Lear tient sa tête à deux mains comme pour retenir dans un suprême effort la raison vacillante : « Oh ! que je ne devienne pas fou, pas fou,

cieux profonds ! Maintenez-moi dans mon bon sens ! Je ne veux pas devenir fou ! »

Et la plainte s'exhale de plus en plus angoissante jusqu'au moment où la face se crispe et où l'œil s'hallucine.

Voilà le délire ; la folie éclate.

Hamlet simulera la folie morale avec un art admirable et Ophélie, atteinte de manie hallucinatoire sous le coup des événements terrifiants auxquels elle assiste, chante, pleure, rit, s'exalte, passe avec volubilité d'une incohérence à l'autre jusqu'au moment où, la tête couronnée de guirlandes bizarres, insensible au flot qui va la submerger, elle termine dans la mort sa mélodieuse chanson interrompue.

C'est l'histoire de l'aliéné qui se suicide, qui chante pendant que le feu qu'il a allumé l'enveloppe, qui extravague et que l'hallucination emporte jusque dans la mort.

Comment expliquer que Shakespeare fut capable de conceptions si puissantes restant toujours dans les limites de la vérité et de l'observation rigoureuse ? Nul ne contestera que son génie idéalisait les faits les plus vulgaires et illuminait les points les plus obscurs des passions humaines. Mais continuera-t-on à soutenir, comme on l'a fait trop souvent, que c'est le fait d'une intuition merveilleuse et d'une puissance extraordinaire de conception dramatique d'avoir exposé avec tant de méthode et de rigueur l'évolution si variée d'entités pathologiques ?

En réalité, Shakespeare bénéficiait des observations scientifiques de son époque dans le domaine de la pathologie mentale et les transportait dans les drames.

Par l'étude de l'œuvre shakespearienne, on peut voir que la science mentale avait poursuivi, au moyen âge, un développement intense, en dépit de nos historiens et des légendes qui ont cours ; par les pages laissées par le moine de Rouge-Cloître, on peut se persuader que le peuple lui-même, éclairé, instruit, ne se jetait pas, comme on se plaît à nous le représenter, dans les erreurs et les fantaisies de

la possession ou de la démonopathie ; par les écrits de l'Église, on peut se convaincre que les théologiens, comme les savants du moyen âge, se garaient de conceptions outrancières qui ne tenaient aucun compte des lois naturelles. Véritable triptyque dont la contemplation sereine dissipe l'aveuglement le plus obstiné. Encore faudrait-il ne pas se souvenir qu'il est encadré par une lignée de praticiens, d'auteurs et de savants jusqu'à cette femme-médecin dont l'Église a fait une Sainte.

Que reste-t-il donc de ces fantaisies qu'on nous sert et où on nous représente le moyen âge comme une phase d'humanité plongée dans la nuit ?

Je sais bien qu'en ces quelques pages, je n'ai pu rencontrer ni contredire ces racontars qui se répètent à satiété en un flot de volumes. Mais je m'adresse aux gens de bonne foi : j'ai voulu, pour eux, déchirer quelques voiles et faire tomber quelques illusions,... j'ai rendu hommage à la vérité.

Triste spectacle, par ailleurs, que nous donnent nos prétendus instructeurs, en méconnaissant avec cette désinvolture les traditions et les enseignements de cette époque féconde.

Les Égyptiens, peuple ingénieux, avaient choisi le petit scarabée comme emblème du progrès et de la vie immortelle. Ils en plaçaient un sur le cœur de chaque momie. C'est que ce petit insecte cache des ailes sous ses élytres. Il peut s'élever dans l'azur et, agité d'espérance, s'envoler vers l'au-delà. Mais si son instinct ne le ramène pas au mort qui le nourrit, s'il s'égare dans les trop larges échappées du ciel, vers les routes inconnues, il est à jamais perdu.

Semblables aux morts de Thèbes, nous avons tous au cœur notre petit scarabée. C'est lui qui nous sollicite vers les idées nouvelles, vers les routes inconnues, vers les folles équipées, au dédain des ancêtres. Si, dans notre présomption, nous nous laissons emporter dans des envolées où nous oublions la terre, les glorieux passés, les

ancêtres et leurs enseignements profonds, tout comme le scarabée nous aurons méconnu la sève qui nous nourrit et nous périrons.

Ainsi ont disparu, atteints de blessures mortelles, les contempteurs de l'architecture et de la littérature du moyen âge ; ainsi disparaîtront ceux qui médisent de sa valeur scientifique.

Dr Jean Cuylits.

TRYPANOSOMES ET TRYPANOSOMIASES

Parmi les organismes unicellulaires, classés dans le type des *protozoaires* et comprenant les plus petites formes vivantes situées sur les limites des règnes végétal et animal, se trouvent certains parasites du sang des animaux, soit des *hématozoaires* (αἷμα, sang ; ζῶον, animal), que l'on désigne aujourd'hui sous le nom de *trypanosomes* (τρύπανον, tarière ; σῶμα, corps).

Ces hématozoaires, que l'on connaît depuis une soixantaine d'années (Valentin, Berne, 1841), mais dont on ne s'occupe activement que depuis dix ou douze ans seulement, sont la cause d'un grand nombre de maladies, surtout chez les animaux. Des travaux récents, poussés, en France, principalement à l'Institut Pasteur et à l'École vétérinaire d'Alfort, ont, en effet, démontré que les trypanosomes jouent en pathologie vétérinaire et aussi en pathologie médicale un rôle dont l'importance n'avait point été soupçonnée jusqu'ici.

Les maladies occasionnées par les trypanosomes sont désignées sous le nom de *trypanosomiases*. Elles sont essentiellement tropicales. Néanmoins on en a observé également dans d'autres pays et même en Europe où elles deviennent d'autant plus fréquentes que les communications avec les pays coloniaux sont plus nombreuses. Elles atteignent généralement les animaux, mais on a également découvert, en Afrique, une trypanosomiase humaine dont les effets étaient connus depuis un siècle sous le nom de *maladie du sommeil*.

La plupart de ces maladies se propagent par le moyen de certaines mouches piquantes.

Nous nous proposons de donner, dans cet article, une étude sommaire des trypanosomes en général, au point de vue de leur examen et de leur morphologie. Puis nous passerons rapidement en revue les principales trypanosomiases avec leurs trypanosomes correspondants, d'après l'état actuel de nos connaissances. Nous mettrons pour cela à contribution plusieurs travaux très récents, entre autres et surtout le magistral ouvrage de MM. Laveran et Mesnil (1), auquel nous empruntons aussi la plupart des figures qui accompagnent ce petit travail.

Examen des trypanosomes et procédés de coloration. — Les *trypanosomes* appartiennent à la classe des *Flagellata* de l'embranchement des *Protozoa*. Laveran et Mesnil les distinguent en deux genres :

Genre trypanosoma	Parasites du sang des vertébrés ; comprend un très grand nombre d'espèces.
Genre trypanoplasma	Parasites du sang des poissons. Deux espèces connues. Ce genre se différencie du précédent principalement par deux flagelles au lieu d'un.

Les trypanosomes sont caractérisés par un corps fusiforme plus ou moins allongé, avec, à l'extrémité antérieure, un flagelle qui se prolonge le long du corps en constituant le bord épaissi d'une membrane ondulante. Exceptionnellement il y a un flagelle à chaque extrémité.

Leur habitat normal semble être le sang des vertébrés.

Pour les observer dans le sang frais, il faut avoir une goutte de sang de l'animal infesté. Pour un cobaye, par

(1) *Trypanosomes et Trypanosomiases*, par A. Laveran, membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine, et F. Mesnil, chef de laboratoire de l'Institut Pasteur. Masson, Paris, 1904.

exemple, on fait une petite écorchure à l'oreille ; pour un rat, une souris, on coupe l'extrémité de la queue. On recueille la goutte de sang sur une lame porte-objet et on recouvre d'une lamelle. Il faut ordinairement un grossissement de 300 à 400 diamètres pour examiner commodément les trypanosomes quand ils sont peu nombreux. Le grossissement de 100 diamètres suffit même pour reconnaître leur présence dans le cas où ils sont en très grand nombre, grâce au mouvement que les parasites impriment aux hématies.

Mais pour étudier la structure intime des trypanosomes, il faut les examiner sur des préparations colorées, comme on le fait pour la plupart des microbes.

Les différentes méthodes de coloration connues utilisent toutes un mélange colorant, à proportions définies, de bleu de méthylène et d'éosine. Elles dérivent toutes plus ou moins de celle indiquée par Romanowsky et sont quelque peu longues et compliquées.

M. le Dr Marino, de l'Institut Pasteur, vient d'en faire connaître une nouvelle qui a de grands avantages sur toutes celles en usage jusqu'ici. Elle est beaucoup plus rapide et donne une très grande intensité de coloration, avec une fixité remarquable que n'ont pas les autres méthodes.

Quand nous disons méthode nouvelle de coloration, c'est plutôt méthode nouvelle de préparation de la matière colorante qu'il faudrait dire, car la supériorité incontestable du procédé Marino consiste surtout dans la manière de préparer sa matière colorante (1).

Il mélange une solution aqueuse de bleu de méthylène et d'azur (bleu, $0^{gr},50$; azur, $0^{gr},50$; eau, 100 gr.) avec une solution aqueuse de carbonate de soude ($0^{gr},50$ %) ; puis, après un séjour de 24 à 48 heures à l'étuve à 37°,

(1) Voir Marino, *Coloration des protozoaires et Observations sur la neutrophilie de leur noyau.* Extrait des ANNALES DE L'INSTITUT PASTEUR, tome XVIII, décembre 1904.

ou mieux au thermostat à 56°, il unit ce mélange avec une solution aqueuse d'éosine. Cette solution varie selon la qualité du bleu. Il l'établit par tâtonnement ($0^{gr},10$ — $0^{gr},25$ — $0^{gr},30$ %) ; puis il filtre ce mélange et obtient une poudre soluble dans l'eau et dans l'alcool méthylique (1).

Voici maintenant la manière la plus simple de se servir de la matière colorante préparée comme il vient d'être dit.

On dissout le bleu Marino dans la proportion de $0^{gr},04$ en 20 cm^3 d'alcool méthylique pur, et l'éosine dans la proportion de $0^{gr},05$ en 1000 gr. d'eau.

Sur une lamelle de 18 millimètres contenant du sang avec des protozoaires, on met 4 petites gouttes (4/30 cm^3) qu'on fait agir trois minutes précises ; puis, sans laver, on laisse tomber sur le bleu 8 à 10 gouttes de la solution aqueuse d'éosine qu'on fait agir pendant deux minutes.

Si les lamelles sont plus grandes (22 millimètres), on met une plus grande quantité de bleu (8 à 10 gouttes) et d'éosine (16 à 20 gouttes). Si, au lieu de se servir de lamelles, on emploie des lames, alors on mettra 1/2 à 1 cm^3 de bleu et 1 à 2 cm^3 d'éosine. En tous les cas, on aura soin, pour éviter les précipités, de ne pas employer la même pipette pour le bleu que pour l'éosine.

On lave ensuite à l'eau, on sèche et on monte au baume.

Dans ces préparations, les globules rouges sont colorés en bleu ou en rouge, selon la quantité d'éosine qu'on y ajoute. Quelquefois, pour certains protozoaires (trypanosomes des oiseaux, des poissons et autres), il faut prolonger l'action du bleu pendant 4, 5, 10 minutes et celle de l'éosine pendant 8, 10, 20 minutes.

Du reste, on peut colorer ces mêmes trypanosomes assez vite : après avoir fait agir le bleu quelques minutes,

(1) Le *bleu Marino* se trouve aujourd'hui dans le commerce chez Malbéqui et Cie, 9, rue Montparnasse, Paris.

on y met l'éosine et on porte ces préparations au thermostat à 56°. Dans ces conditions, il faut toujours empêcher l'évaporation des couleurs pour ne pas avoir de précipités.

La solution alcoolique de bleu Marino garde son pouvoir colorant spécifique pour les noyaux des protozoaires pendant deux mois environ, si l'alcool méthylique est pur. Dans le cas contraire, il faut la renouveler tous les 25 à 30 jours.

Le bleu Marino est très actif non seulement pour les protozoaires, mais aussi pour tous les microbes et pour les coupes de n'importe quel tissu.

Pour colorer les microbes on emploie *seulement* une solution alcoolique de bleu (1/500) qu'on fait agir 1/2 à 1 minute et qui reste toujours active. On peut également se servir d'une solution aqueuse (1/500), mais dans ce cas, il faut préalablement fixer les microbes 3 fois à la flamme.

Cependant, si l'on veut étudier la structure intime des microbes (noyau, granulations), il est nécessaire de colorer les microbes par la même méthode que celle dont M. Marino se sert pour colorer les protozoaires, c'est-à-dire faire d'abord agir le bleu (3 minutes), puis ensuite l'éosine (2 minutes).

Nous recommandons tout spécialement de ne pas laver les préparations après avoir fait agir le bleu, car si on lave et qu'on met ensuite l'éosine, les préparations sont abîmées. Il faut faire agir l'éosine en la mettant directement dans le bleu qui se trouve sur la préparation. Cette éosine (en solution aqueuse) en s'unissant avec une solution alcoolique de bleu agit, peut-être, soit comme matière colorante, soit comme mordant.

D'autres méthodes et d'autres matières colorantes que celles indiquées ci-dessus peuvent être employées également, mais elles nécessitent un temps beaucoup plus long et occasionnent bien souvent des précipités, sans avoir d'autre part aucun avantage.

Morphologie générale et comparée des trypanosomes. — Les trypanosomes ont un corps protoplasmique en forme de fuseau plus ou moins effilé (voir fig. 1, n° 1). A l'intérieur du corps se trouvent deux masses chromatiques, l'une petite, généralement postérieure et ronde qu'on a appelée *centrosome*, l'autre ordinairement médiane, plus grosse, ronde ou ovale, qui est le *noyau*. Du centrosome part une membrane plissée qui borde le corps protoplas-

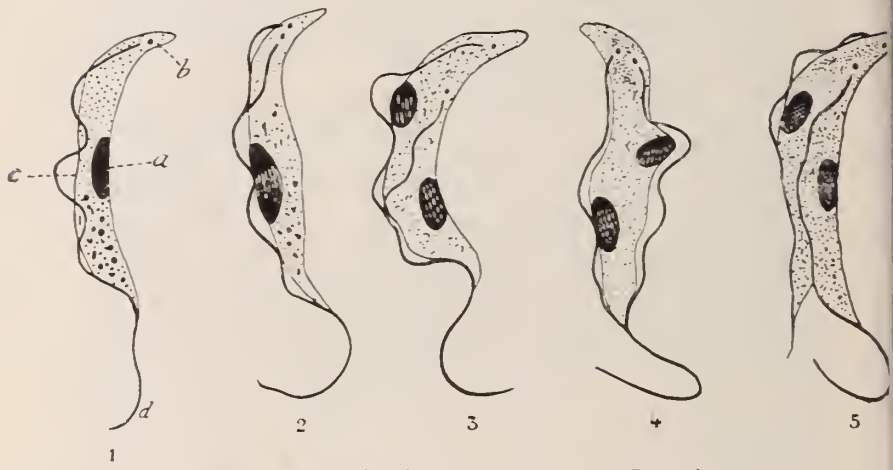


Fig. 1. Multiplication du trypanosome Brucei :
1. Trypan. Brucei ou du Nagana (*a*. noyau ; *b*, centrosome ; *c*, membrane ondulante ; *d*. flagell — 2. Id., au début de la division : deux centrosomes. flagelle et noyau en voie de division. — 3, 4, 5. Stades plus avancés de division. (Gr^t 2000 diam., environ.)

mique. C'est la *membrane ondulante*, sorte de crête très mince qui s'étend latéralement suivant une longueur variable et dont le bord épaissi se prolonge généralement en avant par une partie libre qui est le *flagelle*. Celui-ci est un filament très net qui part du centrosome *(racine)* et va ensuite border la membrane ondulante *(partie bordante)* et se prolonge généralement en une partie libre *(flagelle libre)*. Ainsi en est-il du moins chez les trypanosomes des mammifères et des batraciens, car, chez certains trypano-

somes du sang des poissons, cette structure diffère quelque peu.

Les dimensions du fuseau sont en moyenne de 60 à 80 μ, sur une largeur très variable selon l'espèce.

Le protoplasme se teint en bleu par la matière colorante bleu-éosine et sa teinte, due à une infinité de granules, varie d'intensité selon les espèces. Le noyau, qui est aussi une agglomération compacte de granules, se colore en rouge-rubis ; le centrosome, en rouge-rubis foncé. Les dimensions de ce dernier varient entre 1/2 μ et 1 μ. Le flagelle prend une teinte uniforme identique à celle du noyau.

C'est à la membrane ondulante ainsi qu'au flagelle libre que sont dus les mouvements du parasite.

Les trypanosomes se développent dans le corps de l'animal grâce à leur pouvoir de reproduction. Celle-ci a lieu par division du noyau d'abord et de toute la masse protoplasmique ensuite (fig. 1, nos 1, 2, 3, 4 et 5). Leur nutrition a lieu par osmose. Chez les trypanosomes pathogènes, ce pouvoir de reproduction est conservé pendant toute la durée de la maladie, qui est plus ou moins longue selon l'espèce animale. Chez les trypanosomes non pathogènes, la multiplication du parasite est limitée à un certain nombre de jours, au début de l'infection. La *virulence* varie également beaucoup selon l'espèce animale inoculée, selon l'origine des protozoaires et autres circonstances.

On conserve très bien les trypanosomes *in vitro* dans le sang défibriné ou citraté de l'animal infecté, surtout si on y ajoute un peu d'eau physiologique (1). Les conditions de température sont très importantes. Pour le trypanosome Lewisi, par exemple, les limites extrêmes sont + 5° et + 40° C.

La culture se fait habituellement dans l'eau de conden-

(1) Conventionnellement on donne le nom d'*eau physiologique* à une solution de 0gr,80 de NaCl (sel de cuisine) dans 100 gr. d'eau distillée.

sation d'un milieu solide formé de gélose nutritive et de sang défibriné. La température de 25° ou même celle du laboratoire paraissent être très favorables.

Un phénomène extrêmement curieux que présentent les trypanosomes, c'est celui de l'*agglutination*. Dans certaines conditions ces parasites se réunissent par leurs extrémités postérieures, tandis que leurs membranes ondulantes et leurs flagelles conservent l'indépendance de leurs mouvements. Ces *agglutinats* (fig. 2) ont l'aspect de rosaces et résultent d'un nombre variable d'individus.

Fig. 2. Formes de culture du trypanosome Lewisi :
1, 2, 3. Formes libres arrondies et formes de divisions binaires. — 4, 5. Formes en rosaces avec éléments arrondis et piriformes.

Principaux trypanosomes connus et maladies correspondantes. — *Trypanosome Lewisi* (fig. 3 et 4). — Il est spécial aux rats et a été trouvé dans tous les pays où on l'a recherché avec quelque soin. Dans l'infection expérimentale, les vieux rats ne montrent aucun symptôme morbide. Les jeunes rats ne sont eux-mêmes pas tous malades, mais un certain nombre meurent dans la deuxième semaine après l'inoculation.

C'est de tous les trypanosomes celui qui se prête le mieux à l'étude des phénomènes d'agglomération signalés ci-dessus.

L'infection naturelle chez les rats paraît avoir lieu par le moyen des puces et des poux.

Une première infection immunise les rats pour les sui-

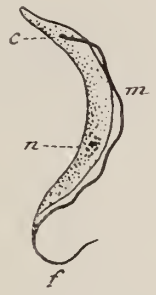


Fig. 3. Trypanosome Lewisi :
n, noyau ; *c*, centrosome ; *m*, membrane ondulante. (Gr^t 1800 diam., environ.)

Fig. 4. Trypanosome Lewisi :
1. Forme de division inégale. — 2. Division en rosace. — 3. Petit trypanosome détaché d'une rosace. — 4. Autre forme de division.

vantes et le sérum des animaux immunisés a une certaine valeur préventive pour les autres.

Trypanosome Brucei et le Nagana (voir fig. 1). — Le nagana est une maladie produite par un trypanosome spécial (trypan. Brucei) et transportée d'un animal à l'autre par la mouche tsésé *(glossina morsitans)*. Elle atteint le cheval, le mulet, l'âne, le bœuf, le chien, le singe

cercopithèque, le chat, le rat, la souris et beaucoup d'autres, et elle exerce de grands ravages au Zoulouland et autres pays africains, spécialement dans les régions basses et humides où règne le paludisme.

Les symptômes morbides varient beaucoup selon les espèces animales. Les animaux meurent généralement : ceux qui guérissent sont immunisés et cela fait espérer qu'on trouvera bientôt un vaccin contre le redoutable parasite.

Traitement du Nagana. — Pour guérir les animaux atteints du nagana, on a essayé un grand nombre de substances. Plusieurs, en effet, et entre autres l'acide arsénieux, exercent une action microbicide manifeste sur les trypanosomes du nagana, mais ne guérissent cependant pas les animaux. Certains savants ont également préconisé une substance colorante rouge de la *série aromatique* (purpurine) qu'ils ont appelée *trypanroth.* Il paraît aujourd'hui démontré qu'elle ne guérit pas davantage, son action n'étant que temporaire.

La sérothérapie a donné de meilleurs résultats, le sérum humain surtout. Ce qui s'explique par l'immunité naturelle de l'homme pour le nagana. Néanmoins l'action microbicide du sérum humain (dont le principe actif semble émaner des leucocytes) sur le trypanosome Brucei n'est pas définitive non plus. Elle prolonge simplement la vie du sujet atteint. Du reste, le traitement des animaux, surtout des gros, est impraticable par ce moyen, à cause des doses de sérum qu'il faudrait employer.

Quelques animaux cependant, et parmi eux un certain nombre de bovidés, guérissent du nagana. Ils sont immunisés pour la même maladie, mais leur sérum est inefficace. L'impuissance du traitement du nagana a fait rechercher dans la prophylaxie les moyens de défense contre la terrible maladie. On travaille même beaucoup en ce moment pour tâcher de trouver des moyens préventifs efficaces. En général, pour protéger des animaux contre une

maladie microbienne, on leur inocule des sérums immunisants ou des microbes affaiblis, des virus atténués de manière à produire des atteintes de la maladie qui, quoique légère, leur confère l'immunité.

Or ces moyens ont été employés sans succès positifs pour le nagana contre lequel on ne connaît actuellement aucun procédé sûr d'immunisation des animaux. Quand on connaît bien les zones à tsésé et à nagana, on peut souvent prendre des mesures préventives efficaces, s'il s'agit seulement de traverser ces régions. La meilleure consiste à ne voyager que la nuit. On peut aussi préserver les animaux des piqûres par les enclos pourvus de gaze, par la fumée, etc.

Il existe d'autres maladies africaines analogues au nagana mais distinctes de celui-ci. Telle est, par exemple, la trypanosomiase des chevaux de Gambie, dont l'agent pathogène est le trypan. dimorphon. Cette maladie n'entraîne pas toujours la mort, et d'autres animaux que le cheval peuvent en être atteints, par exemple les rongeurs, les lapins, les cobayes, les chiens, les moutons, etc.

Trypanosome Evansi et le Surra. — Le surra est une maladie des équidés, des bovidés, des chameaux, etc. de l'Inde, qui occasionne aussi de terribles épizooties à Java et à l'île Maurice. Cette maladie ressemble au nagana. Comme lui, elle est inoculable à la plupart des mammifères et est également propagée par les mouches piquantes ; son traitement est analogue et aussi peu efficace que celui du nagana. On le combat par conséquent par les seuls moyens prophylactiques : isolement des animaux suspects, éloignement des régions à mouches piquantes, etc.

Trypanosome equinum et mal de Caderas. — Le caderas (ou *maladie de la croupe)* est une épizootie des équidés de l'Amérique du Sud. Elle peut être inoculée à un certain nombre d'autres mammifères, et son traitement, analogue à ceux des précédentes maladies, a également peu d'efficacité. L'agent de transmission est lui-même inconnu, mais

on a observé que le caderas sévit principalement dans les endroits marécageux et le long des cours d'eau où abondent les *carpinchos*.

Trypanosome equiperdum et la Dourine. — La dourine est une maladie qui atteint les seuls équidés reproducteurs et a été signalée dans une grande partie de l'Europe, mais principalement au Maroc, en Algérie, en Tunisie, en Tripolitaine, en Syrie, etc. On ne connaît aucun cas authentique de guérison. Elle peut être inoculée à plusieurs mammifères.

La médication arsenicale a sur la dourine une certaine efficacité, mais on arrête plus sûrement ses ravages par la castration des étalons atteints et l'abatage des juments malades, seuls agents de la propagation du mal.

Trypanosome Theileri et la Galziekte. — La galziekte (ou *maladie de la bile*) est une maladie des bovidés africains. Elle est à l'état endémique dans une grande partie de l'Afrique du Sud. C'est encore une mouche piquante qui la transmet d'un animal à l'autre. Il faut donc isoler les animaux malades, car tous les traitements essayés jusqu'ici n'ont donné aucun résultat satisfaisant.

Trypanosome Gambiense et (pro parte) Maladie du sommeil. — La maladie du sommeil est la seule trypanosomiase humaine actuellement connue. Elle règne à l'état endémique dans certaines régions de l'Afrique équatoriale (Sénégal, Congo, etc.). On l'a fréquemment observée aux Antilles, mais uniquement chez les nègres, provenant de la côte ouest africaine. Les individus atteints appartiennent généralement aux classes pauvres et à l'un et à l'autre sexe.

On distingue habituellement deux phases dans la maladie. Dans la première phase, dont la durée peut être de plusieurs années, les trypanosomes existent dans le sang, mais en petit nombre. Ils provoquent chez les blancs une fièvre irrégulière. Dans la deuxième phase, qui dure habituellement de quatre à huit mois et constitue la *maladie*

du sommeil proprement dite, on constate successivement de la rachialgie, des tremblements, puis de la somnolence. Viennent ensuite des accès léthargiques et l'état comateux. La mort arrive peu après en hypothermie (température au-dessous de la normale). Les trypanosomes existent alors dans le liquide céphalo-rachidien.

La maladie du sommeil est inoculable à un assez grand nombre de mammifères : certaines espèces de singes, entre autres les lémuriens, les chiens, les chats, les lapins, les cobayes, les rats, les souris, la marmotte, le cheval, l'âne, la chèvre, le mouton, etc.

Fig. 5. Trypanosome Gambiense :
1. Trypanosome Gambiense. — 2. Id., en voie de division.
(Grt 2000 diam., environ.)

Le trypanosome Gambiense ou *de Dutton* (fig. 5) mesure de 17 à 28 μ de long, sur 1 μ,40 à 2 μ de large.

Toutes les peuplades de l'Afrique occidentale considèrent la maladie du sommeil comme contagieuse. Il est aujourd'hui démontré qu'elle est propagée par la mouche piquante *glossina palpalis*.

Le diagnostic de la maladie est difficile surtout dans la première phase. Dans la seconde, les tremblements, la

céphalalgie, la tendance au sommeil sont des indices caractéristiques. On peut cependant la confondre avec la paralysie générale ou avec d'autres affections cérébrales, avec le tabes, le béribéri et l'urémie. Il faut donc procéder à l'examen du sang et à celui du liquide céphalo-rachidien que l'on obtient par la *ponction lombaire.*

Traitement et prophylaxie de la Maladie du sommeil. — On traite assez efficacement la maladie du sommeil par une médication tonique : le fer, la quinine et l'acide arsénieux combinés donnent d'assez bons résultats. Mais les essais de sérothérapie n'ont pas réussi jusqu'ici.

Fig. 6. Trypanosome avium. (Gr^t 2000 diam.)

En Afrique la maladie du sommeil sévit avec une intensité particulière parmi les travailleurs nègres, misérables, surmenés et mal nourris. Il est donc évident qu'on peut combattre efficacement la redoutable maladie par les moyens prophylactiques. Une bonne hygiène, une alimentation abondante, l'habitation loin des endroits humides et marécageux où abondent les glossines, l'usage des moustiquaires en tulle, des gants épais, etc., pour éviter les morsures de celles-ci, sont tous moyens préventifs qu'on ne devra point négliger.

Trypanosome des oiseaux (fig. 6). — On en connaît déjà

un certain nombre ; tels sont ceux de la chouette, du rallier de Russie, du pigeon et du corbeau de l'Inde, etc.

Trypanosomes des reptiles, trypanosomes des batraciens, trypanosomes des poissons. — Ils sont encore peu connus quant à leurs propriétés. On croit cependant qu'ils se transmettent par le moyen d'ectoparasites qui se fixent soit sur les branchies, soit à la surface du corps entre les écailles. Ceux des batraciens offrent une extrême variété de formes (fig. 7).

Fig. 7. Trypanosome rotatorium
ou trypanosome de la grenouille *Rana esculenta.*
(Gt 1400 diam.)

Comme on le voit, les trypanosomes et les maladies dont ces parasites sont les agents offrent aux bactériologistes un vaste champ d'études où les plus fécondes découvertes les attendent, pour le plus grand bien de l'humanité et de... l'animalité.

Ce n'est donc point sans raison que ces études sont activement poussées en tous pays, surtout dans certains établissements privilégiés où l'outillage et les crédits alloués permettent de leur donner toute l'extension qu'elles méritent.

Mais ce serait une erreur de croire qu'elles n'intéressent que les médecins et les vétérinaires ; car, par leurs dimensions et leurs autres propriétés, ces curieux protozoaires peuvent procurer à tous les naturalistes, plus facilement que les microbes proprement dits, les moyens d'éclairer et peut-être de résoudre certains problèmes de biologie du plus haut intérêt.

Abbé Noguier.

LES ORIGINES DE LA STATIQUE [1]

Chapitre XV

LES PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES DU CENTRE DE GRAVITÉ D'ALBERT DE SAXE A EVANGELISTA TORRICELLI

PREMIÈRE PÉRIODE

D'ALBERT DE SAXE A LA RÉVOLUTION COPERNICAINE

1. *Énoncé du Principe de Torricelli*

Lagrange a écrit (2) : « Torricelli, fameux disciple de Galilée, est l'auteur d'un autre principe qui dépend aussi de celui des vitesses virtuelles ; c'est que, lorsque deux poids sont liés ensemble et placés de manière que leur centre de gravité ne puisse pas descendre, ils sont en équilibre dans cette situation. Torricelli ne l'applique qu'au plan incliné, mais il est facile de se convaincre qu'il n'a pas moins lieu dans les autres machines. »

C'est dans le recueil intitulé *Opera geometrica Evangelistæ Torricellii* (3), publié à Florence en 1644, que se rencontre l'énoncé du principe dont parle Lagrange.

(1) Voir REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, octobre 1903, p. 463, avril 1904, p. 560, juillet 1904, p. 9, octobre 1904, p. 394, janvier 1905, p. 96, et avril 1905, p. 462.

(2) Lagrange, *Mécanique Analytique*, 1e Partie, Section I, nº 15.

(3) *Opera geometrica* Evangelistæ Torricellii : *De solidis sphæralibus; De motu; De dimensione paraboloæ; De solido hyperbolico, cum appendicibus de cycloïde et cochlea.*

A la seconde page, le titre *De sphæra et solidis sphæralibus libri*

Dans la pièce sur le mouvement des graves, Torricelli s'exprime (1) ainsi :

« Nous poserons en principe : *Que deux graves, liés ensemble, ne peuvent se mouvoir d'eux-mêmes, à moins que leur commun centre de gravité ne descende.*

» En effet, lorsque deux graves sont liés ensemble de telle sorte que le mouvement de l'un entraîne le mouvement de l'autre ; que cette liaison soit produite par l'intermédiaire de la balance ou de la poulie ou de tout autre mécanisme, ces deux graves se comporteront comme un grave unique formé de deux parties ; mais un tel grave ne se mettra jamais en mouvement, à moins que son centre de gravité ne descende. Or donc, quand il sera constitué de telle sorte que son centre de gravité ne puisse descendre en aucune manière, le grave demeurera assurément en repos dans la position qu'il occupe ; par ailleurs, en effet, il se mouvrait en vain ; car il prendrait un mouvement horizontal qui ne tend nullement vers le bas. »

Ce principe, Torricelli le pose afin d'en tirer une solution du problème du plan incliné ; pour quelle raison l'obtention d'une telle solution lui semblait particulièrement souhaitable, nous le verrons plus tard. Aussitôt

duo est suivi de cette mention : Florentiæ, typis Amatoris Massæ et Laurentii de Landis ; 1644.

La pièce qui nous intéressera particulièrement est intitulée : *De motu gravium naturaliter descendentium et projectorum libri duo,* in quibus ingenium naturæ circa parabolicam lineam ludentis per motum ostenditur, et universa projectorum doctrina unius descriptione semicirculi absolvitur.

Nous aurons également à citer cette autre pièce : *De dimensione parabolæ solidique hyperbolici problemata duo, antiquum alterum,* in quo quadratura parabolæ XX modis absolvitur, partim geometricis, mecanicisque ; partim ex indivisibilium geometria deductis rationibus ; *novum alterum,* in quo mirabilis cujusdam solidi ab hyperbola geniti accidentia nonnulla demonstrantur. *Cum appendice, de dimensione spatii cycloïdalis et cochleæ.*

(1) Evangelistæ Torricellii *De motu gravium naturaliter descendentium* liber primus, p. 99.

qu'il a formulé son postulat fondamental, il énonce (1) cette proposition :

« *Si deux graves sont placés sur deux plans inégalement inclinés, mais ayant même élévation, et si les poids de ces graves sont entre eux comme les longueurs de ces plans, ces deux graves auront même momento.*

» Nous montrerons, en effet, que leur commun centre de gravité ne peut descendre, car, quelque mouvement que l'on impose aux deux graves, il se trouve toujours sur la même ligne horizontale... Ainsi deux graves attachés l'un à l'autre se mouvraient, et leur commun centre de gravité ne descendrait pas. Cela serait contraire à la loi d'équilibre que nous avons posée en principe. »

Torricelli revient également à cette loi d'équilibre au début de son écrit *Sur la dimension de la parabole* (2). Il formule, en effet, l'hypothèse suivante, qui devient pour lui la définition même du centre de gravité : « On supposera que la nature du centre de gravité est telle qu'un corps librement suspendu par un quelconque de ses points ne puisse demeurer en repos, tant que le centre de gravité ne se trouve pas au point le plus bas de la sphère sur laquelle il se meut. » Torricelli en déduit sans peine qu'au moment de l'équilibre, le centre de gravité se trouve dans la verticale du point de suspension et au-dessous de ce point.

En cette même pièce (3), Torricelli cherche à tirer de sa règle d'équilibre la loi d'équilibre du levier ; il en donne deux démonstrations équivalentes ; citons seulement la seconde :

Le levier AE (fig. 94) tourne autour du point B. Il porte deux poids, respectivement suspendus en A et en E,

(1) *De motu gravium naturaliter descendentium*, liber primus, Propositio I, p. 99.

(2) Evangelistæ Torricellii *De dimensione parabolæ...*, Suppositiones et definitiones, p. 11.

(3) Torricelli, *loc. cit.*, p. 15.

et en raison inverse des longueurs AB, BE. - Réunissons les deux centres de gravité G, L, par la droite GL. Comme la grandeur du poids L est à la grandeur du poids G dans le même rapport que AB à BE ou bien, pour des raisons de parallélisme, que GN à NL, le centre commun de gravité des deux poids suspendus au levier est en N. Si donc la balance AE ne demeurait pas en

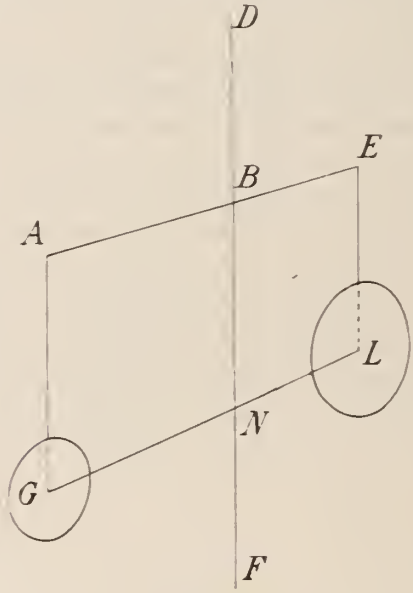


fig. 94.

repos, le centre de gravité N monterait ; car, se trouvant sur la verticale DF, il ne peut se mouvoir qu'il ne monte. »

Torricelli commet ici une inadvertance ; un déplacement virtuel de la balance ne ferait pas monter le point N ; il le laisserait immobile. Dans ce cas, donc, comme dans le cas du plan incliné, le centre commun de gravité des deux poids liés ensemble n'est pas *le plus bas possible ;* il serait aussi bas après un déplacement virtuel. Aujour-

d'hui, et grâce à Lagrange, nous savons relier ce caractère à un autre : Les deux cas d'équilibre traités par Torricelli sont des équilibres indifférents. Au contraire, l'équilibre d'un système de poids est stable lorsque le centre de gravité de cet ensemble de poids est plus bas dans l'état actuel que dans tout état voisin. Nous avons vu que Roberval, précédant Torricelli, avait traité un tel cas d'équilibre stable.

Il ne paraît pas, d'ailleurs, que Torricelli ait eu, touchant les questions de stabilité, les idées aussi nettes qu'elles l'eussent pu être, grâce aux recherches et aux discussions de ses prédécesseurs. La démonstration de la loi d'équilibre du levier, précédemment citée, est suivie (1) du passage que voici :

« Je n'ignore pas qu'une controverse s'est élevée entre les auteurs pour savoir si une balance portant des poids dont les centres se trouvent sur le fléau même, demeurera dans la position où on l'incline, ou bien si elle reviendra à sa position primitive. Quant à nous, dans ce livre, nous avons toujours supposé que les poids se trouvaient suspendus au-dessous du fléau ; nous avons mieux aimé écrire des choses qui soient utiles à notre objet que d'approprier nos démonstrations aux controverses d'autrui. »

Que les centres de gravité des poids soient ou non au-dessous du fléau, cela importe peu à la stabilité de la balance ; cette stabilité dépend de la disposition *du fléau* par rapport au point de suspension ; lorsque le fléau se réduit à une droite passant par le point de suspension, comme en la démonstration de Torricelli, l'équilibre de la balance est indifférent, lors même que les poids pendraient au-dessous du fléau. Ces idées étaient clairement exposées, dès le XIIIe siècle, dans le traité composé par le Précurseur de Léonard de Vinci. Léonard et Benedetti les avaient élaborées à nouveau. On peut s'étonner de

(1) Torricelli, *loc. cit.*, p. 15.

l'ignorance que le plus illustre disciple de Galilée manifeste à leur endroit.

2. *La notion de centre de gravité dans l'Antiquité*

Le principe nouveau introduit en Statique par Torricelli est parvenu à la forme précise que lui a donnée ce géomètre par une lente évolution dont nous allons retracer les phases principales.

Archimède a fréquemment usé de la notion de *centre de gravité* et il nous a appris à marquer ce point en certaines figures planes ; mais celles de ses œuvres qui nous ont été conservées ne renferment aucune définition de cette idée.

Parmi les auteurs de l'antiquité, Pappus est le seul dont nous tenions une définition du centre de gravité.

Imaginons, dit Pappus (1), qu'un corps grave soit suspendu par un axe $\alpha\beta$ et laissons-le prendre sa position d'équilibre. Le plan vertical passant par $\alpha\beta$ « coupera le corps en deux parties équilibres, qui se tiendront en quelque sorte suspendues de part et d'autre du plan, étant égales entre elles par le poids ».

Prenons un autre axe $\alpha'\beta'$ et répétons la même opération ; le nouveau plan vertical passant par le nouvel axe coupera sûrement le précédent ; s'il lui était parallèle, en effet, « chacun de ces deux plans diviserait le corps en deux parties qui seraient à la fois de poids égal et de poids inégal, ce qui est absurde ».

Suspendons maintenant le grave par un point γ et, lorsque le repos sera établi, traçons la verticale $\gamma\delta$ du point de suspension. Prenons ensuite un second point de suspension γ' et, par une opération semblable, traçons une seconde droite $\gamma'\delta'$. Les deux droites $\gamma\delta$, $\gamma'\delta'$ se coupe-

(1) Pappi Alexandrini *Collectiones quæ supersunt* e libris manuscriptis edidit Fridericus Hultsch. Liber VIII, Propos. I et II ; Tomus III, p. 1301. Berolini, 1878.

ront sûrement ; sinon, par chacune d'elles, on pourrait faire passer un plan coupant le corps en deux parties équilibres de telle manière que ces deux plans soient parallèles entre eux, ce que l'on sait être impossible.

Toutes les lignes telles que $\gamma\delta$ se couperont donc en un même point du corps que l'on nommera *centre de gravité*.

Deux remarques doivent être faites au sujet de cette définition. La première est formulée (1) en ces termes par Guido Ubaldo :

Le plan mené par $\alpha\beta$ doit diviser le grave « en deux parties qui soient équipondérantes de part et d'autre ; cela ne veut pas dire qu'elles auraient même poids si on les considérait en elles-mêmes, si on les séparait l'une de l'autre et si on les examinait à la balance. Ce n'est pas ainsi que la chose se passe ; les deux autres parties du corps doivent s'équilibrer dans la situation même qu'elles occupent, de telle sorte que l'une d'elles ne l'emporte pas en pesanteur sur l'autre. »

La définition donnée par Pappus n'est donc pas complète tant que l'on n'a pas défini ce qu'il faut entendre par cette équivalence des deux parties en lesquelles un grave est divisé par tout plan qui contient le centre de gravité. Dans notre langage actuel, cette équivalence s'exprime en disant que ces deux parties ont *même moment* par rapport à ce plan. C'est naturellement à cette notion de moment égal que Pappus et les géomètres qui l'ont suivi font un appel implicite lorsqu'ils déterminent le centre de gravité d'un corps ; cet appel est fait par l'intermédiaire de la loi du levier (2), origine de la notion de moment. Mais parfois, lorsqu'ils n'étaient point mis en garde contre l'inexactitude du raisonnement par la fausseté du résultat, il arrivait aux géomètres d'argumenter

(1) Guidi Ubaldi e Marchionibus Montis *In duos Archimedis æquiponderantium libros paraphrasis, scholiis illustrata*. Pisauri, apud Hieronymum Concordiam, MDLXXXVIII, p. 9.

(2) Cf. Pappus, *loc. cit.*, p. 1043.

comme si les deux parties équilibres séparées dans un corps par un plan issu du centre de gravité étaient non point d'*égal moment*, mais d'*égal poids*. Ainsi Pappus conclut (1) que le centre de gravité d'un triangle est sur la médiane simplement de ce fait que la médiane donne deux triangles partiels qui ont des aires égales.

La seconde remarque est, pour l'étude que nous allons poursuivre en ce Chapitre, de grande importance.

Nous savons aujourd'hui que la loi du levier, telle qu'Archimède l'a formulée, nous savons que les règles tracées par les géomètres pour obtenir le centre de gravité des divers corps, que l'existence même, au sein d'un corps solide, d'un point fixe qui mérite le nom de centre de gravité sont autant de conséquences de cette hypothèse : La gravité a, en tous les points du corps, la même grandeur et la même direction.

Il est très certain que les géomètres n'ont eu que très tard une vue claire des conditions précises auxquelles sont assujetties l'exactitude de la loi du levier et la notion même de centre de gravité.

Assurément, tout ce qu'a écrit Archimède en son traité *Sur l'équilibre des plans* s'accorde avec l'hypothèse d'une pesanteur partout constante en grandeur et en direction ; nulle part, cependant, le grand géomètre ne signale que cette restriction soit essentielle à l'exactitude des propositions qu'il énonce. Il est même permis de douter qu'il ait conçu sur ce point une opinion précise.

Ce doute se fortifie lorsqu'on lit ses livres *Sur les corps flottants*. Au premier de ces deux livres, nous le voyons sans cesse mentionner et figurer la convergence des verticales au centre de la Terre, alors que les lois qu'il veut démontrer ne sont point exactes lorsque la pesanteur n'est pas constante en grandeur et en direction. L'illustre Syracusain donne ainsi, du principe qui a gardé son nom,

(1) Pappus, *loc. cit.*, p. 1055.

un énoncé trop général et entaché d'une grave erreur (1). Mais au second livre, lorsqu'il veut appliquer ce principe, il traite les verticales comme des parallèles ; alors disparaissent les conséquences erronées de sa première analyse.

Rien ne prouve que Pappus ait eu, des conditions dans lesquelles il est permis de parler du centre de gravité d'un corps, la connaissance claire et assurée qui semble avoir été refusée à Archimède. Comme son illustre prédécesseur, il semble n'avoir point attaché d'importance à cette question. Il désigne les verticales comme des lignes qui convergent vers le centre de l'Univers, « εἰς τὸ τοῦ παντὸς κέντρον » et, aussitôt après, il les traite comme parallèles.

3. *La tendance du centre de gravité vers le centre de l'Univers*
Albert de Saxe (XIVe siècle)

Si la notion de centre de gravité garde, même dans l'esprit des géomètres, des contours vagues et imprécis, on devine à quel point elle sera indécise et flottante en l'intelligence des physiciens et des philosophes.

Peu à peu, on voit s'ébaucher d'abord, se préciser ensuite une doctrine qui nous paraît aujourd'hui bien étrange, mais qui fut admise sans conteste pendant des siècles et par de très grands esprits, qui fut une des théories les plus durables, les moins controversées qu'offre l'histoire de la Physique.

Cette doctrine peut se formuler ainsi :

Il est en tout grave un point où sa pesanteur est comme concentrée : c'est le *centre de gravité* ; en tout grave, la pesanteur est un désir d'unir ce centre de gravité au centre de l'Univers. Si son centre de gravité coïncide

(1) P. Duhem, *Archimède a-t-il connu le paradoxe hydrostatique ?* (BIBLIOTHECA MATHEMATICA, 3e Folge, Bd. I., p. 15 ; 1900).

(2) Pappus, *loc. cit.*, p. 1050.

avec le centre de l'Univers, le grave est en repos. Si le centre de gravité est hors du centre de l'Univers, le premier point tend à joindre le second et, s'il n'en est empêché, il se dirige vers lui en ligne droite. La Terre est un grave semblable aux autres ; elle joint donc son centre de gravité au centre de l'Univers ; et c'est ainsi que la Terre demeure immobile au centre du Monde.

Pour trouver le premier germe de cette théorie, il faut remonter jusqu'à Aristote. Il se montre, encore bien chétif et bien indistinct, en un chapitre du Περὶ οὐρανοῦ (1).

« On se demandera, dit Aristote, puisque le centre de l'Univers et le centre de la Terre coïncident, vers lequel de ces deux centres se portent naturellement tous les graves, et les parties mêmes de la Terre ? Se portent-ils vers ce point parce qu'il est le centre de l'Univers ou parce qu'il est le centre de la Terre ? C'est vers le centre de l'Univers qu'ils se portent nécessairement... Mais il arrive que la Terre a même centre que l'Univers. Dès lors, les graves se portent au centre de la Terre, mais cela par accident, et cela parce que la Terre a son centre au centre de l'Univers... C'est pourquoi ils se portent au centre commun de la Terre et de l'Univers... »

« Voici un autre doute qui peut se résoudre de la même manière. Supposons que la Terre soit sphérique et qu'elle occupe le centre du Monde, puis que l'on ajoute un grand poids à l'un de ses hémisphères : le centre de l'Univers et celui de la Terre ne coïncideront plus. Qu'arrivera-t-il alors ? Ou bien la Terre ne demeurera pas immobile au milieu de l'Univers, ou bien elle demeurera immobile bien qu'elle ne tienne pas ce milieu et, par conséquent, qu'elle soit apte à se mouvoir. Voilà la question douteuse. Mais ce doute se résoudra sans peine pour peu que nous analysions le jugement que nous formons lorsqu'un certain volume pesant se porte au centre. *Il est clair que le mou-*

(1) Aristote, Περὶ οὐρανοῦ, B, ιδ, Livre II, Chapitre XIV. Édition Didot, t. II, pp. 407-409.

vement de ce grave ne s'arrêtera pas au moment même où son extrémité inférieure touchera le centre de l'Univers ; sa partie la plus pesante l'emportera tant que son milieu ne coïncidera pas avec le milieu de l'Univers ; car, jusqu'à cet instant, il aura puissance pour se mouvoir. — Δῆλον γὰρ ὡς οὐχὶ μέχρι τοῦ ἅψασθαι τοῦ κέντρου τὸ ἔσχατον, ἀλλὰ δεῖ κρατεῖν τὸ πλέον ἕως ἂν λάβῃ τῷ αὐτοῦ μέσῳ τὸ μέσον· μέχρι τούτου γὰρ ἔχει τὴν ῥοπήν. Or on peut en dire autant soit d'une particule terrestre quelconque, soit de la Terre entière. Car ce que nous venons de dire n'arrive point à cause de la grandeur ni de la petitesse ; cela est commun à tout ce qui a tendance à se mouvoir vers le centre. Que la Terre donc, à partir d'un lieu quelconque, se porte au centre soit en bloc, soit par fragments, elle se mouvra nécessairement jusqu'à ce qu'elle environne le centre d'une manière uniforme, les tendances au mouvement des diverses parties se contrebalançant alors les unes les autres. »

La doctrine d'Aristote, en ce passage, est encore fort imprécise ; ce *milieu*, τὸ μέσον, qui, en tout grave, tend à se placer au centre de l'Univers, le Philosophe ne le caractérise pas ; il ne l'identifie pas au centre de gravité, qu'il ne connaît pas.

Simplicius (1), commentant ce passage d'Aristote, fait un rapprochement, bien vague encore et bien indécis, entre ce *milieu* du grave et le *centre de gravité* ; il regarde l'objection qu'Aristote a examinée en dernier lieu comme engendrée par les recherches « que les mécaniciens nomment les *Centrobaryques* (κεντροβαρικά). Car les Centrobaryques, au sujet desquels Archimède et plusieurs autres ont énoncé des propositions nombreuses et fort élégantes, ont pour objet de trouver le centre d'une gravité donnée. Il est clair que l'Univers [la Terre supposée sphérique] aura même centre de grandeur et de gravité. »

(1) ΣΙΜΠΛΙΚΙΟΥ εἰς τὰ Ἀριστοτέλους περὶ οὐρανοῦ ὑπόμνημα, B, ιδ. — Simplicii *Commentarius in IV libros Aristotelis de Cœlo*, ex recensione Sim. Karstenii, Trajecti ad Rhenum, MDCCCLXV, p. 243.

Il ne semble pas que ce passage ait, tout d'abord, attiré bien vivement l'attention des commentateurs qui succédèrent à Simplicius. Saint Thomas d'Aquin (1), par exemple, se borne à répéter presque textuellement ce qu'a dit Aristote : « Il est clair qu'un volume doué de gravité ne se porte pas seulement vers le centre du Monde jusqu'à ce que son extrémité inférieure touche ce centre ; mais, si aucun empêchement n'y met obstacle, la partie la plus grande l'emportant sur la plus petite, le corps en mouvement se porte au centre du Monde jusqu'à ce que son milieu touche ce centre ; c'est à ce but que tous les corps graves ont inclination.

» Imaginez qu'il n'y ait au monde aucun autre corps grave qu'une pierre unique, et qu'on la jette de haut ; elle descendrait jusqu'à ce que son propre milieu touchât le milieu du Monde ; en effet, la partie la plus grande repousserait la plus petite hors de ce milieu, jusqu'à ce que la gravité se trouvât être égale de tous côtés, comme il a été dit plus haut. Et le Philosophe conclut que l'on peut, sans différence aucune, dire la même chose, soit d'une partie quelconque de la Terre, soit de toute la Terre. »

Ce qui a été une simple remarque dans l'ouvrage d'Aristote, dans les commentaires de Simplicius et de saint Thomas d'Aquin va prendre, au XIVe siècle, les vastes proportions d'une théorie (2). Cette théorie se déve-

(1) Sancti Thomæ Aquinatis Doctoris Angelici *Opera omnia* jussu impensaque Leonis XIII, P. M., edita. Tomus XIII. Romæ MDCCCLXXXVI. *Commentaria in libros Aristotelis de Cœlo et Mundo.* In librum II lectio XVII, p. 124.

(2) Au commencement du XIVe siècle, Gautier Burley (1275-1357) donne aux remarques d'Aristote et de saint Thomas un développement un peu plus considérable (a) ; il prépare l'avènement de la doctrine d'Albert de Saxe.

(a) Burleus, *Super octo libros Physicorum.* In fine : Et in hoc finitur expositio excellentissimi philosophi Gualterii de Burley Anglici in libros octo de physico auditu Aristotelis Stagerite *(sic)* emendata diligentissime. Impressa arte et diligentia Boneti Locatelli Bergomensis, sumptibus vero et expensis nobilis viri Octaviani Scoti Modoetiensis .. Venetiis, anno salutis 1491, quarto nonas decembris. Fol. 93.

loppera alors, avec une magnifique ampleur, dans les écrits d'Albert de Saxe.

Albertus de Saxonia, que, bien souvent, les scolastiques se contentent de désigner par son surnom Saxonia, est assurément un des penseurs les plus puissants et les plus originaux que l'École ait produits. Malheureusement, tandis que ses écrits nous sont connus par de très nombreuses éditions, sa vie nous est presque inconnue.

Sa patrie, la Saxe, nous est indiquée par son surnom. Nous savons également, d'une manière certaine, qu'il séjourna et enseigna à Paris. Un manuscrit de la Bibliothèque du Vatican, le *Codex palatinus* n° 1207, contient cette mention (1) : « Explicit tractatus de proportionibus Parisius per Magistrum Albertum de Saxonia editus. Deo laus. » C'est à Paris, assurément, qu'Albert a composé ses *Questions* sur la *Physique* d'Aristote ; voulant, quelque part (2), prendre l'exemple d'une pierre qui tombe au sein de l'eau, il suppose que l'on jette cette pierre *dans la Seine*.

A ces renseignements certains, nous pouvons joindre une date : la Bibliothèque Nationale possède (3) en manuscrit la copie des *Questions* sur le *De Cœlo* composées par Albert de Saxe, et cette copie est datée de l'année 1378.

Or l'histoire de l'Université de Paris (4) mentionne un Albert de Saxe auquel ces diverses marques conviennent très exactement. Il a enseigné avec éclat la philosophie, en la dite Université, de 1350 à 1361. Les *Registres de la Nation Anglaise* de la Faculté des Arts de l'Université

(1) B. Boncompagni, *Intorno al* TRACTATUS PROPORTIONUM *di Alberto di Sassonia* (BULLETINO DI BIBLIOGRAFIA E DI STORIA DELLE SCIENZE MATEMATICHE E FISICHE, t. IV, p. 498 ; 1871).

(2) *Acutissimæ Quæstiones super libros de physica Auscultatione ab* Alberto de Saxonia *editæ*. In quartum Physicorum quæstio V.

(3) Bibliothèque Nationale, fonds latin, Ms. n° 14723. Cf. Thurot, *Recherches historiques sur le Principe d'Archimède*, 3e Article (REVUE ARCHÉOLOGIQUE, nouvelle série, t. XIX, p. 119 ; 1869).

(4) Bulæus (Du Boulay), *Historia Universitatis Parisiensis*, MDCLXVIII, t. IV, pp. 361 et 958.

de Paris (1) mentionnent qu'il présida des examens en 1352, 1354, 1355, 1358, 1359. L'*Historia* de Du Boulay affirme qu'il fut à plusieurs reprises Procureur de la Nation Anglaise. Selon le même ouvrage, Albert de Saxe fut, en juin 1358, élu Recteur de l'Académie ; en 1361, l'Université lui confia la cure de la paroisse SS. Côme et Damien.

Telles sont les particularités non douteuses de la vie de l'auteur qui nous occupe. J. T. Græsse (2), J. C. Adlung (3) et U. Chevalier (4) l'identifient avec Albert de Rückmersdorff, Recteur de l'Université de Vienne en 1365 et Évêque d'Halberstadt de 1366 jusqu'à 1390, date de sa mort. Mais cette identification n'est rien moins que certaine.

Bien des points, d'ailleurs, demeurent obscurs en la vie d'Albert de Saxe. Nous ignorons, par exemple, s'il fut séculier ou régulier ; parmi les éditeurs de ses œuvres, il en est qui le disent Augustin, d'autres Dominicain, d'autres encore Franciscain ; beaucoup s'abstiennent de mentionner qu'il ait appartenu à un ordre religieux.

U. Chevalier (5), se référant à Sbaralea (6), mentionne un autre Albert de Saxe, surnommé *Albertutius*, qui aurait été moine franciscain au xve siècle. Nous croyons que cet Albertutius ne doit pas être distingué de notre Albertus de Saxonia ; voici quelques preuves à l'appui de cette opinion.

Nicolo Vernias de Chieti, natif de Vicence, enseignait la philosophie à Padoue à la fin du xve siècle. Il y composa, en 1499, un écrit intitulé *De gravibus et*

(1) Cf. Thurot, *Analyse d'un ouvrage de Ueberweg* (REVUE CRITIQUE D'HISTOIRE ET DE LITTÉRATURE, t. VI, p. 251 ; 1868).

(2) J. T. Græsse, *Lehrbuch einer Litterargeschichte der berühmsten Völker des Mittelalters*, 2te Abth., 2te Hälfte, p. 656.

(3) J. C. Adlung, *Fortsetzung und Ergänzungen zu C. G. Jöchers allgemeinen Gelehrten Lexico*, Bd. I., col. 450-456.

(4) U. Chevalier, *Répertoire des sources historiques du moyen âge. Bio-bibliographie*, Paris, 1883. Colonne 59.

(5) U. Chevalier, *loc. cit.*

(6) Sbaralea, *Supplementum scriptorum Franciscanorum*, p. 725 ; 1806.

levibus quæstio subtilissima. L'éditeur qui, en 1516, publia à Venise les *Quæstiones super libros de physica Auscultatione* d'Albert de Saxe, y joignit ce petit écrit. L'auteur y mentionne et y réfute l'opinion d'*Albertutius* qui attribue le mouvement des projectiles non pas à l'agitation de l'air, mais à un *impetus ;* or cette opinion est bien celle qu'Albert de Saxe a soutenue, par de multiples arguments, dans ses *Questions* sur la *Physique* d'Aristote et sur le *De Cœlo ;* c'est assurément lui que Nicolo Vernias a entendu citer. D'ailleurs, il ne le nomme pas seulement *Albertutius*, mais encore *Albertus parvus*, réservant à Albert le Grand le simple nom d'*Albertus*.

Au XVIe siècle, *Albertutius* ou *Albertucius* était si bien considéré comme un surnom de maître Albert de Saxe, qui avait enseigné en Sorbonne au milieu du XIVe siècle, que les éditeurs faisaient parfois figurer ces deux noms, accolés l'un à l'autre, dans le titre des ouvrages qu'ils publiaient ; témoin, ce titre : *Logica* Albertucii *perutilis. Logica excellentissimi Sacræ theologiæ professoris Magistri* Alberti de Saxonia *ordinis divi Augustini, per Magistrum Aurelium Sanutum Venetum.* Venetiis, ære ac sollertia hæredum O. Scoti. MDXXII.

Le *Tractatus proportionum* d'Albert de Saxe, ses *Acutissimæ Quæstiones* touchant les *Physiques* d'Aristote, le *De Cœlo*, le *De generatione et corruptione* eurent grande vogue dans l'École, à la fin du moyen âge et durant la Renaissance ; l'imprimerie les répandit à profusion (1) ;

(1) Selon Boncompagni (BULLETINO DI BIBLIOGRAFIA E DI STORIA DELLE SCIENZE MATEMATICHE E FISICHE, t. IV, p. 495; 1871), le *Tractatus proportionum* a en dix éditions. Græsse (*Trésor de livres rares et précieux*, t. I, p. 57) dit que les *Quæstiones super quatuor libros Aristotelis de Cœlo et Mundo* furent imprimées à Pavie en 1481, à Venise en 1492 et 1497, à Paris en 1516, de nouveau à Venise en 1520. — Nous avons pu consulter les trois éditions suivantes :

1° *Questiones subtilissime* Alberti de Saxonia *in libros de celo et mundo.* A la fin : Expliciunt questiones preclarissimi Alberti de Saxonia super quatuor libros de celo et mundo Aristotelis diligentissime emendate per eximium artium et medicine doctorem Magistrum Hieronymum Suria-

l'œuvre d'Albert de Saxe est l'un des principaux canaux par lesquels la Physique de la Scolastique a répandu ses idées en la science du XVIe siècle.

Sa théorie de la pesanteur se trouve éparse en divers lieux de ses *Questions* sur la *Physique* ou sur le *De Cœlo*.

En un premier passage (1), il s'agit de soutenir l'opinion, émise par Aristote, selon laquelle les corps graves se mouvraient dans le vide avec une vitesse infinie, parce que les corps n'ont, par eux-mêmes, aucune résistance

num Venetum filium Domini Magistri Jacobi Suriani physici prestantissimi. Impresse autem Venetiis arte Boneti de Locatellis Bergomensis. Impensa vero nobilis viri Octaviani Scoti civis Modoetiensis. Anno Salutis nostre 1492, nono kalendarum novembris, Ducante inclite principe Augustino Barbadico.

2° *Acutissime Questiones super libros de physica auscultatione ab* Alberto de Saxonia *edite ; jamdiu in tenebris torpentes : nuperrime vero quam ditigentissime a vitiis purgate : ac summo studio emendate ; et quantum eniti ars potuit fideliter impresse.* — Nicoleti Verniatis Theatini *philosophi perspicacissimi contra perversam Averrois opinionem de unitate intellectus : et de Anime felicitate Questiones divine : nuper castigatissime in lucem prodeuntes.* — Ejusdem *etiam de gravibus et levibus questio subtilissima.* — A la dernière page : Venetiis, sumptibus heredum q. D. Octaviani Scoti Modoetiensis ac Sociorum, 21 Augusti 1516.

3° *Quæstiones et decisiones physicales insignium virorum :*

Alberti de Saxonia *in*	*Octo libros physicorum.*
	Tres libros de cœlo et mundo.
	Duos lib. de generatione et corruptione.
Thimonis *in*	*Quatuor libros meteorum.*
Buridani *in Aristotelis*	*Lib. de sensu et sensato.*
	Librum de memoria et reminiscentia.
	Librum de somno et vigilia.
	Lib. de longitudine et brevitate vitæ.
	Lib. de juventute et senectute.

Recognitæ rursus et emendatæ summa accuratione et judicio Magistri Georgii Lokert Scoti : *a quo sunt tractatus proportionum additi.* Venumdantur in ædibus Jodoci Badii Ascensii et Conradi Resch. — Au verso du titre, se trouve une *Epistola nuncupatoria et parænetica* de Georges Lokert, avec ces deux dates : Ex præclaro Montisacuti collegio Idibus Januarii ad supputationem Curiæ Romanæ MDXVI. Et rursus e Sorbona ad Kalen. Octo. MDXVIII. — L'ouvrage eut, en effet, à Paris, deux éditions, l'une en 1516, l'autre en 1518.

(1) Alberti de Saxonia *Quæstiones in libros de physico Auditu ;* in librum IV quæstio X.

intrinsèque au mouvement, rien d'analogue à ce que nous nommons aujourd'hui l'inertie.

Or certains auteurs (1) pensaient « que les diverses parties d'un même grave s'entravent mutuellement, parce que chacune d'elles a une inclination à descendre par la ligne la plus courte ; et comme, seule, la partie moyenne descend par une telle ligne, elle gêne les parties latérales ; par suite de cet empêchement mutuel des diverses parties, les graves simples se meuvent dans le temps. Mais cette raison ne peut tenir.

» En premier lieu, elle prétend que chacune des parties d'un même grave tend à descendre par la ligne la plus courte ; cette raison n'est pas valable ; chacune des parties ne tend pas à ce que son centre devienne le centre du Monde, ce qui serait impossible. C'est le tout qui descend de telle sorte que son centre devienne le centre du Monde ; et toutes les parties tendent à ce but que le centre du tout devienne le centre du Monde ; elles ne s'entravent donc pas l'une l'autre... »

A cet argument, où nous trouvons une première formule de la théorie qui nous occupe, Albert en joint d'autres, parmi lesquels nous lisons ceux-ci :

Selon cette opinion, « un grand corps descendrait plus

(1) L'opinion ici réfutée par Albert de Saxe avait été émise et soutenue par Roger Bacon (*a*), qui l'avait citée comme une heureuse application des mathématiques aux sciences physiques.

(*a*) Rogerii Baconis Angli, viri eminentissimi, *Specula mathematica* in qua de specierum multiplicatione, earumdemque in inferioribus virtute agitur. Liber omnium scientiarum studiosis apprime utilis, editus opera et studio Johannis Combachii, Philosophiæ professoris in Academia Marpurgensi ordinarii. Francofurti, typis Wolffgangi Richteri, sumptibus Antonii Hummii. MDCXIV. — Distinctio IV. Caput XIV : An motus gravium et levium excludat omnem violentiam ? Et quomodo motus gignat calorem ? Itemque de duplici modo sciendi. — Cet ouvrage est un fragment, imprimé séparément, de l'*Opus majus* dédié, vers 1267, au pape Clément IV (Fratris Rogeri Bacon, ordinis minorum, *Opus majus ad Clementem Quartum, Pontificem Romanum*, ex MS Codice Dubliniensi edidit S. Jebb, M. D. ; Londini, ex typis Gulielmi Bowyer, MDCCXXXIII ; pp. 103 et 104, marquées par erreur 99 et 100).

lentement qu'un corps plus petit, ce qui, toutes choses égales d'ailleurs, n'est point exact... Dix pierres réunies ensemble descendraient plus lentement que l'une d'entre elles, car elles s'entraveraient l'une l'autre ; or cela est faux et contraire à l'expérience. »

Lorsque Benedetti démontra (1) que tous les corps de même pesanteur spécifique tombent avec la même vitesse au sein d'un même milieu, il eut soin de faire sonner bien haut l'originalité de sa découverte : « Cette vérité, disait-il, ne procède point de l'esprit d'Aristote, ni de l'esprit d'aucun de ses commentateurs dont j'aie eu occasion de voir et de lire les ouvrages, ou dont j'aie pu converser avec ceux qui professent l'opinion de ce philosophe. » Il est permis de se demander, cependant, si le passage d'Albert de Saxe que nous venons de citer ne fut pas la semence qui germa dans la pensée de Benedetti.

Le problème du *lieu naturel* de la Terre préoccupe Albert de Saxe en divers endroits de ses *Questions* sur la *Physique* et sur le *De Cœlo*.

Selon la philosophie péripatéticienne, à tout élément correspond un lieu naturel ; en ce lieu, la forme substantielle de cet élément acquiert sa perfection ; elle est disposée de telle sorte qu'elle reçoive aussi complètement que possible les influences qui lui sont favorables, qu'elle évite les actions qui peuvent lui nuire. Un élément est-il hors de son lieu naturel : il tend à s'y placer, car toute forme tend à sa perfection. Est-il en son lieu naturel : il y demeure en repos et n'en peut être arraché que par violence.

Quels sont les lieux naturels des divers éléments ? Quel est, en particulier, le lieu naturel de la terre ? La question était vivement débattue dans l'École.

Pour les uns, le lieu naturel de la terre était la surface concave qui limite inférieurement la mer, lieu naturel de

(1) Voir Chapitre X, 2.

l'eau ; ou mieux, cette surface jointe à une partie de la surface inférieure de l'atmosphère, lieu naturel de l'air ; et ceux-là se montraient fidèles interprétateurs de la pensée du Stagirite, selon laquelle le *lieu* d'un corps est la surface interne des corps qui l'environnent.

D'autres rejetaient cette opinion. La surface interne de l'eau n'est pas le lieu naturel de la terre ; car alors une portion de terre entourée d'eau de tous côtés demeurerait en équilibre. Or, si l'on jette une pierre dans un fleuve, bien loin de demeurer en repos, elle descend jusqu'à ce qu'elle parvienne au fond de l'eau. Une portion de terre, libre de tout obstacle, ne saurait demeurer en équilibre tant qu'elle n'est pas au centre de l'Univers ; c'est donc le centre de l'Univers qui constitue le lieu naturel de la terre. A quoi les tenants de la première opinion répondaient que la terre, n'étant pas un simple point, ne pouvait être naturellement logée en un point, ce point fût-il le centre du Monde.

C'est surtout à la solution de ce débat qu'Albert de Saxe applique sa théorie de la gravité. Voici comment il formule la thèse où il cherche à conserver la part de vérité que renfermait chacune des opinions adverses :

« La terre, (1) limitée en partie par la surface concave de l'air, en partie par la surface concave de l'eau, occupe sa situation naturelle lorsque le centre de gravité de la dite terre est au centre du Monde ; car si la terre se trouvait hors de la surface qui la situe de la sorte, elle se mettrait à descendre et se mouvrait jusqu'à ce que le centre de l'agrégat qu'elle forme avec tous les autres graves devînt le centre du Monde, à moins qu'elle n'en fût empêchée...

» A quoi j'ajouterai quelques remarques : En premier lieu, si la masse entière de la terre se trouvait placée hors de son lieu naturel, par exemple en la concavité de

(1) Alberti de Saxonia *Quæstiones in libros de physico Auditu* ; in ibrum IV quæstio V.

l'orbite de la Lune, et qu'elle y fût retenue de force ; que, d'autre part, on laissât tomber un grave ; ce grave ne se mouvrait point vers la masse totale de la terre, mais il se mouvrait en ligne droite vers le centre du Monde ; la raison en est qu'une fois parvenu au centre du Monde, il serait en son lieu naturel, pourvu du moins que son centre de gravité fût le centre du Monde ; or, tout être qui n'en est pas empêché tend naturellement à se placer en son lieu naturel, car il s'y conserve plus longtemps et s'y trouve plus éloigné de ce qui lui est nuisible. Il résulte de là que si les graves se meuvent vers la Terre, ce n'est point à cause de la Terre ; c'est parce qu'en venant à la Terre, ils s'approchent du centre du Monde.

« Mais ici (1), il convient de poser deux distinctions, dont voici la première : Il y a deux points qui peuvent être nommés milieux ou centres des corps graves, savoir : le centre de grandeur (2) et le centre de gravité. Car dans les corps où la gravité n'est pas uniformément répartie, le centre de gravité n'est pas le centre de grandeur ; tandis que dans les corps de gravité uniforme, le centre de grandeur et le centre de gravité peuvent bien coïncider.

« La seconde distinction est celle-ci : Dire qu'un corps est au milieu du Monde peut s'entendre de deux manières différentes ; d'une première manière, on entend que son centre de grandeur est au centre du Monde ; d'une seconde manière, que son centre de gravité est au centre du Monde.

« Or je suppose que la terre n'est pas d'une gravité uniforme » ; cela est évident, car la partie que la mer ne couvre pas, exposée aux rayons du Soleil, est plus dilatée que la partie que les eaux recouvrent.

(1) Alberti de Saxonia *Quæstiones in libros De Cœlo et Mundo* ; in librum II quæstio XXIII.

(2) *Grandeur* a, en général, chez les scolastiques, le sens que les géomètres modernes donnent au mot *volume* ; par *centre de grandeur*, Albert de Saxe entend sans doute, au moins confusément, ce que nous entendons aujourd'hui par *centre de gravité du volume*.

D'ailleurs, si son centre de grandeur coïncidait avec son centre de gravité et partant avec le centre du Monde, elle serait entièrement couverte par les eaux.

« Dès lors, on peut poser cette première conclusion : Ce n'est point le centre de grandeur de la terre qui est au centre du Monde... Puis cette seconde conclusion : C'est le centre de gravité de la terre qui est au centre du Monde ; on le prouve : Toutes les parties de la terre tendent au centre par leur gravité. » Si donc un plan quelconque passant par le centre du Monde ne partageait pas la terre en deux parties d'égale gravité, « la partie la plus lourde pousserait la plus légère jusqu'à ce que le centre de gravité de la terre tout entière devînt le centre du Monde ; alors, ces deux parties de même poids demeureraient immobiles, lors même que l'une surpasserait l'autre en grandeur ; elles se contrebalanceraient l'une l'autre comme deux poids en équilibre. »

De là un paradoxe (1) : Lorsque la terre se trouve en son lieu naturel, les diverses parties de la terre se trouvent violentées et hors de leur lieu naturel ; en effet, chacune de ces parties serait naturellement située si son centre de gravité se trouvait au centre du Monde ; et c'est le centre de gravité de la terre qui occupe cette position.

Albert de Saxe résout évidemment ce paradoxe, comme le résolvait déjà Gautier Burley (2), par les raisons qui lui ont servi à prouver que les diverses parties d'un grave ne se gênaient pas l'une l'autre dans leur mouvement ; ce n'est point chaque partie de la terre qui tend à mettre son centre de gravité au centre du Monde ; cette tendance n'appartient qu'à la terre en son entier ; ou mieux, chaque partie tend à ce que l'ensemble ait son centre de gravité au centre du Monde :

(1) Albertus de Saxonia, *loc. cit.*
(2) Burleus, *Super octo libros Physicorum*, Venetiis, 1491 ; fol. 95, col. d.

« L'eau, dit-il (1), ne forme pas le lieu naturel de la terre tant que le centre de gravité de la terre n'est pas le centre du Monde. Il ne suffit pas qu'une portion de terre se trouve entourée d'eau pour qu'elle soit en son lieu naturel et demeure immobile ; car alors son centre de gravité n'est point encore le milieu du Monde, et le centre de gravité de l'agrégat total qu'elle forme avec le reste de la terre n'est point non plus au centre du Monde ; elle continue donc à descendre, et cela jusqu'à ce que le centre de gravité de tout l'agrégat formé par cette portion de la terre et tout le reste de la terre se trouve au centre du Monde. »

De ce principe que le centre de gravité de l'ensemble des corps pesants tend constamment à se placer au centre du Monde, il résulte que la Terre n'a pas nécessairement cette immobilité absolue que d'aucuns lui prêtent. Une foule de causes, telles que l'échauffement par les rayons du Soleil, font, en effet, varier continuellement la distribution de la gravité en la masse terrestre et déplacent son centre de gravité (2).

« En fait, dit Albert (3), la Terre se meut sans cesse ; sans cesse, en effet, il est une partie de la terre dont la gravité est diminuée plus qu'elle ne l'est en la partie opposée ; c'est la partie qui regarde le Soleil ; or, par suite du mouvement circulaire du Soleil au-dessus de la Terre, cette partie change d'instant en instant ; afin donc que le centre de gravité de la terre demeure au centre du Monde, et puisque la partie de la terre qui s'allège change continuellement, il faut que la Terre se meuve sans cesse. »

(1) Alberti de Saxonia *Quæstiones in libros de physico Auditu* ; in librum IV quæstio V.

(2) Alberti de Saxonia *Quæstiones in libros de physico Auditu* ; in librum IV quæstio V. — *Quæstiones in libros de Cœlo et Mundo* ; in librum II quæstio X.

(3) Alberti de Saxonia *Quæstiones in libros de Cœlo et Mundo* ; in librum II quæstio X.

La cause invoquée ici par Albert de Saxe pour expliquer les déplacements du centre de gravité terrestre est de bien minime influence ; en un autre passage (1), il invoque une action autrement lente, mais autrement importante : l'érosion par les eaux pluviales : et plus d'un géologue ne verra point sans surprise la précision avec laquelle il marque le rôle joué par l'érosion dans la sculpture du sol :

« Il est bien vraisemblable que, continuellement, quelque partie de la Terre se meut en ligne droite ; on peut s'en persuader par les raisons suivantes : continuellement, de cette partie de la terre élémentaire que la mer ne couvre pas, une multitude de parties terrestres, entraînées par les fleuves, s'écoulent jusqu'au fond de la mer ; la terre s'accroît ainsi dans la partie qui est couverte par les eaux, tandis qu'elle diminue dans la partie découverte et, par conséquent, elle ne garde pas le même centre de gravité ; mais, après ce changement de centre de gravité, le nouveau centre de gravité se meut, afin de se placer au centre du Monde ; et, pendant ce temps, l'ancien centre de gravité monte vers la surface que ne couvrent pas les eaux ; par cet écoulement et ce mouvement continuels, cette partie de la Terre qui, à une certaine époque, se trouvait au centre finira par venir à la surface, et inversement.

» Et, à ce sujet, on peut montrer comment ont été engendrées les grandes montagnes. Il n'est point douteux que certaines parties de la terre n'aient plus de cohésion que d'autres ; tandis que les parties faiblement cohérentes coulent à la mer, entraînées par les fleuves, les parties douées de cohésion demeurent en place ; elles forment éminence au-dessus de la surface du sol. »

Jusqu'ici, Albert de Saxe nous a parlé seulement du lieu naturel de la terre ; il a fait abstraction de la masse

(1) Alberti de Saxonia *Quæstiones in libros de Cœlo et Mundo;* in lib. II quæstio XXIII.

des eaux ; de quelle manière faut-il tenir compte de la présence de cette masse ? Sur ce point, la pensée d'Albert a varié ; elle n'est pas la même dans les *Questions* sur les livres de *Physique* et dans les *Questions* sur le *De Cœlo*.

En commentant la *Physique* d'Aristote, Saxonia avait écrit ces lignes (1) :

« [Ce que j'ai dit de la terre seule], il faut l'entendre également de tout l'agrégat formé par la terre et l'eau ; ces deux éléments forment sans doute une gravité totale et unique, dont le centre de gravité se trouve au centre du Monde. »

Ainsi, dans ses *Questions* sur la *Physique* d'Aristote, Albert de Saxe enseigne que le centre du Monde coïncide avec le centre de gravité de l'ensemble des corps pesants ; il coïncide aussi (2) avec le *centre de légèreté* de l'ensemble des corps légers.

« Le froid étant particulièrement intense sous les pôles, la couche de l'élément igné y serait bien plus mince qu'à l'équateur, si le feu, continuellement engendré à l'équateur, ne s'écoulait constamment vers les pôles. De même que l'eau s'écoule constamment vers les lieux les plus bas, afin que le centre de toute gravité se trouve au centre du Monde, de même nous devons admettre que le feu s'écoule sans cesse de l'équateur vers les pôles, afin que son centre de légèreté soit au centre du Monde. Il faut concevoir que, sous les pôles, le feu se transforme constamment en air, tandis qu'à l'équateur, l'air se transforme continuellement en feu ; et, sans cesse, le feu coule de l'équateur vers les pôles, afin que le centre de toute légèreté se trouve au centre du Monde, comme le centre de toute gravité. »

Donc, selon l'opinion qu'Albert expose dans ses *Questions* sur la *Physique*, au centre du Monde se trouve le

(1) Alberti de Saxonia *Quæstiones in libros de physico Auditu* ; in librum IV quæstio V.

(2) Id., *ibid.*, quæstio VI.

centre commun des graves, aussi bien de la terre ferme que de l'eau, et le centre commun des corps légers, aussi bien de l'air que du feu.

Cette opinion, Albert de Saxe la repousse (1) lorsqu'il commente le *De Cœlo :*

« On m'objectera qu'il ne semble pas que le centre de gravité de la terre seule soit au centre du Monde ; que cette position convient bien plutôt au centre de gravité de l'agrégat formé par la terre et l'eau. La terre, en effet, est d'un côté toute couverte d'eau ; cette eau se joint à la partie de la terre qu'elle recouvre pour peser à l'encontre de l'autre partie ; elle doit donc repousser celle-ci jusqu'à ce que le centre de tout l'agrégat formé par la terre et par l'eau se trouve au centre du Monde.

» Nous répondrons en niant que le centre du Monde coïncide avec le centre de gravité de l'agrégat total formé par la terre et l'eau. En effet, si l'on imaginait que toute l'eau fût enlevée, le centre de gravité de la terre serait encore au centre du Monde ;... car, par essence, la terre est plus grave que l'eau ;... quelle que soit donc la quantité d'eau qui se trouve placée d'un côté de la terre et non de l'autre, cette partie de la terre n'en recevrait point, pour contrepeser et repousser l'autre partie, plus d'aide que par le passé... »

On s'explique (2) sans peine « qu'une partie de la terre émerge des eaux ; la terre, en effet, n'est pas uniformément grave, en sorte que son centre de gravité se trouve fort au-dessus de son centre de grandeur ; il est beaucoup plus près de l'une des calottes convexes qui limite la terre que de l'autre ; alors l'eau, qui est uniformément grave et qui tend au centre du Monde, coule vers la calotte terrestre qui est la plus voisine du centre de

(1) Alberti de Saxonia *Quæstiones in libros de Cœlo et Mundo ;* in librum II quæstio XXV.

(2) Alberti de Saxonia *Quæstiones in libros de physico Auditu ;* in librum IV quæstio V.

gravité de la terre, de sorte que l'autre partie, l'autre calotte, celle qui est la plus éloignée du centre de gravité, demeure découverte ». La théorie de la gravité se reliait ainsi, pour Albert de Saxe, aux notions géographiques qui avaient cours de son temps ; elle servait à justifier l'hypothèse d'un hémisphère terrestre couvert par un vaste océan, hypothèse que devait ruiner la découverte de Christophe Colomb.

L'opinion d'Albert de Saxe, selon laquelle les eaux de la mer n'exercent aucune pesanteur, aucune pression sur le fond de la mer, nous peut sembler aujourd'hui fort étrange ; elle n'est cependant pas émise au hasard ; Albert la tire de ses principes généraux touchant la pression au sein des fluides. Ces principes, dont Thurot a marqué (1) l'influence profonde et durable, avaient pour objet de répondre à cette question : Un corps demeure-t-il pesant lorsqu'il se trouve en son lieu naturel ?

Le désir d'unir son centre de gravité au centre du Monde, un corps pesant le conserve toujours identique à lui-même ; lorsque le grave se trouve placé en son lieu naturel, cette tendance existe à l'état *potentiel* ou *habituel ;* elle consiste alors, pour ce grave, en un désir de demeurer où il est (2). Veut-on l'arracher de ce lieu : la pesanteur potentielle passe aussitôt à l'état *actuel* et se manifeste sous forme de résistance. Le grave est-il placé hors de son lieu : la pesanteur actuelle le met en mouvement si aucun obstacle ne s'y oppose ; « si quelque support l'arrête et le retient hors de son lieu, la pesanteur demeure encore à l'état actuel ; il est vrai qu'elle ne communique plus un mouvement actuel au corps pesant, mais elle produit un effort actuel pour comprimer ce qui retient ce corps par violence ».

(1) Thurot, *Recherches historiques sur le Principe d'Archimède*, 3e article (REVUE ARCHÉOLOGIQUE, nouvelle série, t. XIX, p. 119 : 1869).

(2) Alberti de Saxonia *Quæstiones in libros de Cœlo et Mundo ;* in librum III quæstio III. — Cf. *ibid.*, in librum I quæstio X.

Lorsque les diverses parties d'un grave, solide ou fluide, sont en leur lieu naturel, lorsque, par conséquent, leur pesanteur se trouve à l'état habituel et non à l'état actuel, elles ne pressent pas, elles ne compriment pas les parties sous-jacentes.

C'est ce qu'Albert objecte (1) à ceux qui soutiennent cette opinion : « Les parties inférieures de la terre sont plus massives que les parties supérieures ; ce qui ne paraît pas avoir d'autre cause que la compression exercée par les parties supérieures, compression qui provient de leur gravité. A quoi je réponds, dit Albert, que si les parties centrales de la terre sont plus denses, ce n'est point qu'elles soient comprimées par les parties supérieures, car les parties supérieures ne pèsent point sur elles... »

Ce qui est vrai des parties de la terre peut s'entendre aussi des parties de l'eau : « Lorsque (2) les parties d'un grave ne se meuvent point à l'encontre les unes des autres, elles ne se gênent point mutuellement ; cette proposition est rendue évidente par l'exemple de l'eau, dont les parties supérieures ne compriment pas les parties inférieures... »

Ainsi le fond des mers ne supporte aucune charge, aucune pression de l'eau qui le surmonte.

En toutes circonstances, qu'elle soit habituelle ou qu'elle soit actuelle, la puissance de la pesanteur garde, en un même grave, même grandeur. « Une portion de terre (3) incline tout aussi bien à son lieu naturel, qu'elle se trouve placée plus haut ou plus bas. »

Cette invariabilité de la gravité ne pouvait s'accorder sans autre explication avec l'axiome fondamental sur lequel reposait toute la Statique de Jordanus : *Gravius*

(1) Alberti de Saxonia *Quæstiones in libros de Cœlo et Mundo*; in librum III quæstio III.

(2) Alberti de Saxonia *Quæstiones in libros de physico Auditu*; in librum IV quæstio X.

(3) Alberti de Saxonia *Quæstiones in libros de Cœlo et Mundo*; in librum I quæstio X.

esse in descendendo quando ejusdem motus ad medium rectior. Déjà, dans le préambule que Peter Apian a reproduit (1), le péripatéticien qui, au XIIIe siècle, commenta cette doctrine avait expliqué que cette apparente variation de gravité était due au mélange d'une certaine violence. Avec plus de force, Albert de Saxe va marquer (2) le sens précis qu'il convient d'attribuer à l'axiome de Jordanus:

« Nous devons déclarer qu'un grave ne désire pas plus descendre par une ligne que par une autre ; s'il descend par telle ligne et non par telle autre, cela tient à ce qu'il est appliqué à telle ou telle résistance...

» Mais, dira-t-on, il semble bien qu'un grave désire plutôt descendre par la perpendiculaire que par une oblique; nous voyons, en effet, que lorsqu'un grave descend par la perpendiculaire, il est plus difficile de l'arrêter ou d'empêcher sa descente que lorsqu'il descend par une oblique ; il parait bien que ce soit le signe d'un désir plus grand à descendre par la perpendiculaire que par la ligne oblique.

» Je réponds à cela qu'un grave, en effet, est plus difficile à arrêter lorsqu'il descend suivant la verticale que lorsqu'il descend obliquement ; mais la raison de cet effet n'est point un plus grand désir de descendre par la verticale que par l'oblique ; cet effet tient à ce que le corps pesant éprouve une moindre résistance lorsqu'il descend verticalement que lorsqu'il descend obliquement, sur un plan incliné, par exemple ; or il est moins facile d'empêcher le mouvement d'une puissance motrice donnée avec une moindre résistance qu'avec une résistance plus grande. »

(1) *Liber* Jordani Nemorarii, viri clarissimi, *De ponderibus*, propositiones XIII, et earumdem demonstrationes, multarumque rerum rationes sane pulcherrimas complectens, nunc in lucem editus. Cum gratia et privilegio imperiali, Petro Apiano mathematico Ingolstadiano ad XXX annos concesso. MDXXXIII. Sixième et septième pages (titre compris) de l'ouvrage, imprimé sans pagination.

(2) Alberti de Saxonia *Quæstiones in libro de Cœlo et Mundo*; in librum III quæstio XI.

S'il faut donc un moindre effort pour empêcher un corps pesant de glisser sur un plan incliné que pour retenir sa chute libre, c'est qu'à cet effort se joint la résistance du plan incliné ; la résistance des appuis, telle est la véritable raison des effets que l'École de Jordanus attribuait à la variation de la gravité *secundum situm*.

Il est piquant de remarquer que les arguments par lesquels Guido Ubaldo (1) combattra cette notion de gravité *secundum situm* sont le simple développement des raisons que vient d'exposer Albert de Saxe ; nous trouverons, d'ailleurs, d'autres marques de l'influence exercée sur le Marquis del Monte par notre scolastique. Lors donc qu'en la seconde moitié du XVIe siècle, les mécaniciens suscitèrent une violente réaction contre la Statique créée, au XIIIe siècle, par l'École de Jordanus, ils n'étaient point seulement poussés par l'admiration exclusive des monuments, récemment exhumés, de la science antique ; ils subissaient aussi l'influence des philosophes de l'École et, en particulier, d'Albert de Saxe.

4. *La théorie de la figure de la Terre et des mers d'Aristote à Albert de Saxe*

Ce que nous venons de dire des doctrines d'Albert de Saxe montre, de reste, à quel point la théorie de la pesanteur et la Statique tout entière se trouvent liées, dans ses écrits, aux suppositions sur le centre de l'Univers, le centre de la terre et le centre de la sphère des eaux. On ne s'étonnera donc pas de nous voir ouvrir ici une digression, examiner ce qu'Albertutius a enseigné touchant la sphéricité de la Terre et des mers, et les sources antiques auxquelles il avait puisé son enseignement. D'ailleurs, nous n'épuiserons pas ici le sujet, si vaste et si important,

(1) Voir Chapitre X, 1.

de cette digression ; nous n'en traiterons que ce qu'il faut connaître pour suivre le développement de la Statique.

Pour retrouver l'origine des théories qui vont nous occuper, il nous faut encore remonter jusqu'à Aristote, jusqu'à ces livres *Sur le Ciel et le Monde* qui, si longtemps, ont dirigé l'évolution scientifique de l'humanité.

Un des plus remarquables chapitres du *De Cœlo et Mundo* est assurément celui (1) où le Stagirite entreprend de prouver la sphéricité de la Terre.

Parmi ses arguments, il y a des raisons *à posteriori*, qui nous donnent la rotondité de la Terre comme un fait; telle la forme de l'ombre de la Terre dans les éclipses de Lune ; telle encore cette observation que le voyageur, s'avançant du nord au sud, voit certaines constellations s'abaisser et disparaître, tandis que d'autres, qui lui étaient tout d'abord inconnues, se lèvent devant lui. Cette observation peut même servir à déterminer les dimensions du globe terrestre, et Aristote en donne une détermination qu'il tenait peut-être d'Eudoxe (2) ; cette détermination est, à coup sûr, fort erronée ; elle n'en est pas moins la plus ancienne qui soit parvenue à notre connaissance.

L'étude de la pesanteur fournit à Aristote un nouvel argument *à posteriori* en faveur de la sphéricité de la Terre. Aristote admet que tous les graves tendent au même point, le centre du Monde ; or la trajectoire de la chute des corps pesants, la *verticale*, variable en direction d'un point à l'autre de la Terre, est toujours normale à la surface ; celle-ci a donc la forme sphérique.

La considération de la pesanteur fournit à Aristote un argument d'un autre ordre, un argument *à priori*, ce que l'on appelait de son temps une *preuve physique*, ce que

(1) ARISTOTE, Περὶ οὐρανοῦ, B, ιδ, Livre II, chapitre XIV. Édition Didot, t. II, p. 408.

(2) Cf. P. Tannery, *Recherches sur l'Histoire de l'Astronomie ancienne* (MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES DE BORDEAUX, 4e série, t. I, p. 110 ; 1895).

l'on appelle aujourd'hui une *preuve mécanique* ; et cette preuve lui paraît si importante qu'il la place au premier rang.

« Il faut, dit le Stagirite, que la Terre ait la forme sphérique. En effet, chacune de ses parcelles est douée de poids et tend au centre de l'Univers ; si une parcelle moins pesante est poussée par une parcelle plus pesante, elle ne saurait s'échapper ; mais, bien plutôt, elle se trouve comprimée ; l'une cède à l'autre jusqu'à ce qu'elle soit parvenue au centre même. Comprenons donc que ce qui se passe est identiquement ce qui se produirait si la Terre avait été formée comme l'imaginent certains physiciens. Seulement, ces physiciens prétendent que la Terre doit son origine à une projection violente des corps vers le bas ; à cette opinion, il nous faut opposer la doctrine véritable, et dire que cet effet se produit parce que tout ce qui a poids tend naturellement au centre. Lors donc que la Terre n'était encore une masse unique qu'en puissance, ses diverses parties, séparées les unes des autres, étaient de tous côtés, et par une tendance semblable, portées vers le centre. Soit donc que les parties de la Terre, séparées les unes des autres et venant des extrémités du Monde, se soient réunies au centre, soit que la Terre ait été formée par un autre procédé, l'effet produit sera exactement le même. Si des parties se sont portées des extrémités du Monde au centre, et cela en venant de tous côtés de la même manière, elles ont nécessairement formé une masse qui soit semblable de tous côtés ; car s'il se fait une addition de parties égale en toutes directions, la surface qui limite la masse produite devra, en tous ses points, être équidistante du centre ; une telle surface sera donc de figure sphérique. Mais l'explication de la figure de la Terre ne sera point changée si les parties qui la forment ne sont point venues en quantité égale de tous côtés. En effet, la partie la plus grande poussera nécessairement la partie plus petite qu'elle trouve devant elle,

car toutes deux ont tendance au centre, et le poids le plus puissant pousse le moindre. »

Sous une forme bien sommaire et bien vague encore, ce passage contient le germe d'une grande vérité, qui ira se développant à travers les siècles : c'est à la pesanteur que la Terre doit sa figure.

De la pesanteur de la Terre, on ne saurait conclure qu'elle soit sphérique, mais seulement qu'elle tend à l'être ; grâce à leur solidité, ses diverses parties s'étayent les unes les autres et se gênent dans leurs mouvements. Il n'en est pas de même de l'eau ; la fluidité de cet élément supprime tout obstacle au changement de figure ; une eau dont les diverses parties tendent au centre du Monde ne saurait être en équilibre que sa surface ne soit une sphère concentrique à l'Univers.

Aristote a fort bien reconnu cette vérité ; il a entrepris de démontrer géométriquement la sphéricité de la surface des eaux ; plus exactement, il a prouvé que si une face plane venait à interrompre cette parfaite sphéricité, cette face ne pourrait persister, tandis que la figure sphérique serait restaurée par la pesanteur. Voici en quels termes, trop concis, le *De Cœlo* nous rapporte (1) cette argumentation : « Que la surface de l'eau soit sphérique, cela est manifeste si l'on accepte cette hypothèse : La nature de l'eau est de s'écouler vers les lieux les plus bas, et ce lieu est le plus bas qui est le plus voisin du centre. En effet, du centre α (fig. 95) menons deux lignes $\alpha\beta$, $\alpha\gamma$; joignons $\beta\gamma$; sur cette ligne $\beta\gamma$, abaissons, du point α, la perpendiculaire $\alpha\delta$ et prolongeons-la jusqu'en ε ; cette ligne $\alpha\delta$ sera la plus courte que l'on puisse mener du centre à un point de la ligne $\beta\gamma$. Ce point δ sera donc le point le plus bas, en sorte que l'eau coulera de tous côtés vers ce point

(1) Aristote, Περὶ οὐρανοῦ, B, δ, Livre II, Chapitre IV. Édition Didot, t. II, p. 394.

jusqu'à ce que sa surface soit ramenée à l'équidistance du centre. La ligne αε est prise égale aux autres lignes αβ, αγ, issues du centre. Il faudra donc que l'eau prenne la même longueur de toutes ces lignes issues du centre ; alors, elle demeurera en équilibre. Mais le lieu des extrémités de lignes égales issues du centre est une circonférence. La surface de l'eau, qui est βεγ, sera donc sphérique. — Ἀλλὰ μὴν ὅτι γε ἡ τοῦ ὕδατος ἐπιφάνεια τοιαύτη, φανερὸν ὑπόθεσιν λαβοῦσιν ὅτι πέφυκεν ἀεὶ συρρεῖν τὸ ὕδωρ εἰς τὸ κοιλότερον· κοιλότερον δέ ἐστι τὸ τοῦ κέντρου ἐγγύτερον. Ἤχθωσαν οὖν ἐκ τοῦ κέντρου ἡ ΑΒ καὶ ἡ ΑΓ, καὶ ἐπεζεύχθω ἐφ' ἧς ΒΓ. Ἡ οὖν ἀχθεῖσα ἐπὶ τὴν βάσιν, ἐφ' ἧς ΑΔ, ἐλάττων ἐστὶ τῶν ἐκ τοῦ κέντρου· κοιλότερος ἄρα ὁ τόπος.

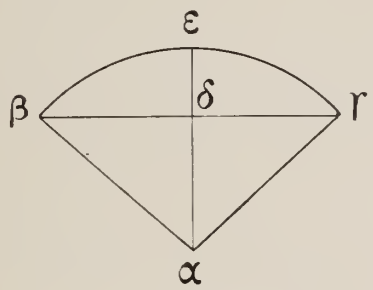


fig. 95.

Ὥστε περιρρεύσεται τὸ ὕδωρ, ἕως ἂν ἰσασθῇ. Ἴση δὲ ταῖς ἐκ τοῦ κέντρου ἡ ΑΕ. Ὥστ' ἀνάγκη πρὸς ταῖς ἐκ τοῦ κέντρου εἶναι τὸ ὕδωρ· τότε γὰρ ἠρεμήσει. Ἡ δὲ τῶν ἐκ τοῦ κέντρου ἁπτομένη περιφερής· σφαιροειδὴς ἄρα ἡ τοῦ ὕδατος ἐπιφάνεια ἐφ' ἧς ΒΕΓ. »

L'extrême brièveté du raisonnement d'Aristote ne va pas sans quelque obscurité. Nous allons retrouver ce raisonnement, sous forme plus explicite et plus claire, dans l'œuvre d'Adraste.

Élève immédiat du Stagirite, Adraste vécut, pense-t-on, de 360 à 317 avant J.-C. Ses écrits sont entièrement perdus. Mais de son enseignement touchant la rotondité de la Terre nous trouvons une copie ou un résumé très

étendu dans un ouvrage (1) de Théon de Smyrne ; ce dernier vécut à une époque mal connue que l'on doit placer entre le règne de Tibère et celui d'Antonin le Pieux.

Pour prouver la sphéricité de la Terre, Adraste reprend, en les développant et les précisant, quelques-uns des arguments d'Aristote ; il reprend d'abord les arguments *à posteriori* :

« La sphéricité de la Terre est démontrée par cette raison que, de chaque partie de la Terre, notre regard embrasse la moitié du ciel, tandis que l'autre moitié, nous la jugeons cachée par la Terre, ne pouvant l'apercevoir...

« Et d'abord, la Terre est sphéroïdale de l'orient à l'occident ; le lever et le coucher des mêmes astres le prouvent bien ; ils ont lieu plus tôt pour les habitants des régions orientales, plus tard pour ceux des régions occidentales. Ce qui le montre encore, c'est une même éclipse de Lune ; elle se produit dans un même espace de temps assez court ; pour tous ceux qui peuvent la voir, elle paraîtra à des instants différents ; plus on sera vers l'orient, plus vite on la verra et plus tôt on en aura vu une plus grande partie...

« Il est encore évident que la Terre est convexe du nord au midi » ; en effet, les habitants des contrées septentrionales voient des étoiles que les méridionaux n'aperçoivent pas, et inversement.

A ces preuves, Adraste ajoute la raison mécanique donnée par Aristote ; cette raison, il la développe et la précise en ces termes :

(1) ΘΕΩΝΟΣ ΣΜΥΡΝΑΙΟΥ ΠΛΑΤΩΝΙΚΟΥ *τῶν κατὰ τὸ μαθηματικὸν χρησίμων εἰς τὴν Πλάτωνος ἀνάγνωσιν. Μέρος Γ. Τὰ περὶ ἀστρολογίας. Περὶ τοῦ τῆς γῆς σφαιρικοῦ σχήματος.* Théon de Smyrne, philosophe platonicien, *Exposition des connaissances mathématiques utiles pour la lecture de Platon*, traduite pour la première fois du grec en français par J. Dupuis ; Paris, 1892. Troisième partie : Astronomie. De la forme sphérique de la Terre, pp. 198 et suiv.

« D'ailleurs, tout corps pesant se portant naturellement vers le centre, si nous concevions que certaines parties de la Terre fussent plus éloignées du centre, il faudrait nécessairement, à cause de leur grandeur, que les petites parties qui les entourent fussent pressées, repoussées et éloignées du centre, jusqu'à ce que, l'égalité de distance et de pression étant obtenue, tout soit constitué en équilibre et en repos, comme deux poutres qui se soutiennent mutuellement ou comme deux athlètes de même force qui se tiennent mutuellement embrassés. Si les différentes parties de la Terre sont également éloignées du centre, il faut que sa forme soit sphérique.

» En outre, puisque la chute des corps pesants se fait toujours et partout vers le centre, que tout converge vers le même point et qu'enfin chaque corps tombe verticalement, c'est-à-dire qu'il fait avec la surface de la Terre des angles égaux, on doit conclure que la surface de la Terre est sphérique. »

Adraste, jusqu'ici, a paraphrasé, en les précisant quelque peu, les preuves de la sphéricité de la Terre ferme données par son maître Aristote. Mais il ajoute : « la surface de la mer et des eaux tranquilles est aussi sphérique » et, s'inspirant encore du Stagirite, il entreprend de justifier cette affirmation :

« Souvent, dit-il, pendant une navigation, alors que du pont du navire on ne voit pas encore la Terre ou un vaisseau qui s'avance, des matelots grimpés au sommet d'un mât les aperçoivent, étant plus élevés et comme dominant la convexité de la mer qui faisait obstacle. »

Après avoir donné cette preuve, bien insuffisante mais demeurée classique, de la sphéricité de la mer, le philosophe péripatéticien poursuit en ces termes :

« On peut démontrer physiquement et mathématiquement que la surface de toute eau tranquille doit être de forme sphérique. L'eau tend, en effet, toujours à couler des parties les plus hautes vers les parties les plus

creuses. Or les parties hautes sont celles qui sont le plus éloignées du centre de la Terre, les parties creuses sont celles qui le sont le moins. »

Comme Aristote, Adraste suppose, pour un instant, qu'une partie de la mer soit limitée par une surface plane ; il montre sans peine qu'il existerait sur cette surface $\beta\delta\gamma$ (voir fig. 95) un point δ situé plus près du centre de la Terre α que les autres points β, γ, ... ; ce point δ est le pied de la perpendiculaire abaissée du point α sur le plan $\beta\gamma$; ce point δ est, dès lors, plus bas que les points β, γ, ... ; « l'eau s'écoulera donc des points β, γ, ... vers le point δ moins élevé jusqu'à ce que ce dernier point, entouré de nouvelle eau, soit aussi éloigné du point α que β et γ. Pareillement, tous les points de la surface de l'eau devront se trouver à égale distance de α ; donc l'eau offre la forme sphérique et la masse entière de l'eau et de la Terre est sphérique. »

Ce premier essai mécanique pour déterminer la forme d'équilibre des mers suscita, dès l'antiquité, d'autres tentatives analogues. Archimède s'efforça à son tour de prouver que, par le fait de la pesanteur, la surface des eaux tranquilles est une sphère dont le centre est aussi celui du Monde. La démonstration d'Archimède semble plus savante que celle d'Aristote et d'Adraste ; cependant, une critique un peu sévère ne tarde pas à reconnaître (1) qu'elle ne repose pas sur une exacte notion de la pression hydrostatique. Mais nous n'insisterons pas ici sur la démonstration d'Archimède qui, jusqu'au XVIe siècle, ne paraît guère avoir attiré l'attention des physiciens.

Plus simple que le raisonnement du grand Syracusain, l'argumentation d'Aristote et d'Adraste a pu ravir l'adhésion de maint philosophe. Nous avons dit comment Théon de Smyrne nous avait conservé l'exposition d'Adraste.

(1) P. Duhem, *Archimède a-t-il connu le paradoxe hydrostatique ?* (BIBLIOTHECA MATHEMATICA, 3te Folge, Bd. I., p. 15, 1900).

Nous retrouvons une trace de cette preuve, mais bien fruste et bien effacée, dans les *Pneumatiques* (1) de Héron d'Alexandrie. Pline l'Ancien qui, sans doute, fut presque contemporain de Théon, expose également (2), sous une forme sommaire et imprécise d'ailleurs, la preuve mécanique de la sphéricité des mers imaginée par Aristote ; il admire « la subtilité géométrique dont ont fait preuve les inventeurs grecs en créant cette très heureuse et très glorieuse doctrine ».

A cette preuve physique de la rotondité des mers, Pline en ajoute une autre qui n'est point d'Aristote et qu'il avait sans doute lue dans les écrits de quelque autre philosophe grec. On s'étonne, dit-il, que l'eau prenne spontanément la figure d'une sphère ; « et cependant, il n'y a rien de plus manifeste dans toute la nature ; partout, les gouttes suspendues s'arrondissent en petites sphères ; jetées sur la poussière, déposées sur le duvet des feuilles, elles se présentent avec une sphéricité parfaite. Dans un vase plein, le liquide est plus élevé au milieu ; et ce phénomène, en raison de la ténuité et du peu de consistance du liquide, nous le concluons plus que nous ne le voyons. En effet, chose encore plus singulière, dans un vase plein, le liquide, pour peu qu'on y ajoute, déborde ; il ne déborde pas si l'on y fait glisser des poids qui vont souvent jusqu'à vingt deniers. Dans ce dernier cas, les poids introduits ne font qu'augmenter la convexité du liquide ; dans le premier, la convexité déjà existante fait que le liquide déborde incontinent. »

Nous savons aujourd'hui combien sont fautives ces comparaisons qui confondent les phénomènes dus à l'action de la pesanteur avec les effets de capillarité ; mais pouvons-nous reprocher aux physiciens de l'Antiquité ou du moyen

(1) Heronis Alexandrini *Spiritalium liber*, a Federico Commandino Urbinate ex græco nuper in latinum conversus ; Urbini, MDLXXV ; p. 12, verso, et p. 13, recto.

(2) C. Plinii Secundi *Historia naturalis* ; lib. II.

âge de n'avoir pas nettement aperçu la distinction entre ces deux ordres de phénomènes ? Ne rencontrait-on pas bien souvent, il y a peu d'années, des physiciens qui, par une confusion toute semblable, cherchaient dans les expériences de Plateau sur les phénomènes capillaires, une explication de l'anneau de Saturne et une preuve du système cosmogonique de Laplace ?

Claude Ptolémée, en l'*Almageste*, ne donne (1) que des preuves bien peu satisfaisantes de la sphéricité de la Terre et des mers ; il ne fait aucune allusion aux démonstrations *physiques* d'Aristote et d'Adraste ; à l'appui de la figure sphérique des mers, il donne cette raison que l'eau étant un élément homogène, le tout doit avoir même forme que ses parties ; sans doute il veut, par là, conclure de la sphéricité des gouttelettes liquides à la sphéricité des mers ; du moins, la plupart de ses commentateurs l'ont compris de la sorte.

Simplicius développe longuement (2) ce qu'Aristote avait dit de la figure de la Terre ; il corrige, d'après les déterminations d'Ératosthène, les dimensions que le Stagirite avait attribuées à notre globe. Il expose (3), sous une forme claire et explicite, le raisonnement par lequel la figure sphérique des mers est prouvée au *De Cœlo*. A cette preuve, il joint ces quelques lignes, dont il est à peine besoin de signaler la complète ressemblance avec le passage de Pline l'Ancien qui a été rapporté ci-dessus :

« Une observation nous conduit à penser que la surface de l'eau est sphérique ; lorsque des gouttes d'eau tombent

(1) ΚΛΑΥΔΙΟΥ ΠΤΟΛΕΜΑΙΟΥ μαθηματικὴ σύνταξις, Α, γ. Claude Ptolémée, *L'Almageste*, livre I, ch. III.

(2) ΣΙΜΠΛΙΚΙΟΥ εἰς τὰ Ἀριστοτέλους περὶ οὐρανοῦ ὑπόμνημα, Β, ιδ. Simplicii *Commentarius in IV libros Aristotelis de Cœlo* recensione Sim. Karsteni ; Trajecti ad Rhenum, MDCCCLXV ; pp. 242 et suiv.

(3) ΣΙΜΠΛΙΚΙΟΥ εἰς τὰ Ἀριστοτέλους περὶ οὐρανοῦ ὑπόμνημα, Β, δ. Simplicii *Commentarius in IV libros Aristotelis de Cœlo* recensione Sim. Karsteni ; Trajecti ad Rhenum, MDCCCLXV ; p. 186.

sur une surface polie, comme une feuille de roseau ou une feuille d'arbre, elles se pelotonnent sur elles-mêmes et, lorsqu'elles ont pris la forme sphérique, elles demeurent en équilibre... Si l'on remplit d'eau un calice et si l'on introduit doucement dans cette eau des pièces de monnaie ou d'autres masses, on voit la surface du liquide prendre la forme sphérique et l'eau ne s'écoule qu'après qu'elle a surpassé la surface de la sphère. »

Arrivons au XIIIe siècle. Johannes de Sacro-Bosco, dont le traité *De la Sphère* va, pendant si longtemps, être la plus répandue des cosmographies, ne donne de la sphéricité des mers que les preuves déjà citées par Claude Ptolémée :

« Que l'eau soit renflée, dit-il (1), et qu'elle tende vers la sphéricité, cela se démontre ainsi : Que l'on plante un signal au bord de la mer, qu'un navire sorte du port et qu'il s'éloigne jusqu'à ce que l'œil d'un observateur, placé au pied du mât, ne voie plus le signal ; si le navire s'arrête alors et si l'observateur monte au haut du mât, il verra fort bien le signal... Autre preuve : L'eau étant un corps homogène, le tout est de même espèce que ses parties ; mais les parties de l'eau tendent naturellement à la forme sphérique, comme on le voit dans les gouttes d'eau ou dans les perles de rosée adhérentes aux herbes ; le tout, dont ce sont les parties, doit donc aussi tendre vers la forme sphérique. »

Les philosophes et les physiciens, commentateurs d'Aristote ont, au sujet de la sphéricité de la Terre et des mers, des opinions mieux fondées que celles de leurs contemporains, les astronomes du XIIIe siècle. Déjà, au premier livre de ses *Météores*, Albert le Grand donne de la rotondité des gouttelettes d'eau une explication qui fait disparaître toute analogie entre ce phénomène et la figure des mers. Maître Albert déclare que les gouttes d'eau

(1) Johannes de Sacro-Bosco, *De Sphæra*, Cap. I.

prennent cette forme parce que leurs diverses parties, plus intimement unies entre elles, résistent mieux aux causes de destruction.

Sans rien ajouter aux arguments d'Aristote, saint Thomas d'Aquin les expose avec une grande clarté et une grande fidélité, soit qu'ils concernent la forme de la Terre (1), soit qu'ils aient trait à la figure des mers (2).

Roger Bacon, lui aussi, s'en tient, pour la sphéricité des mers, à l'exposé de la preuve mécanique d'Aristote (3); il y joint (4) ce corollaire, qui fit fortune dans l'École : Un vase donné renferme d'autant moins de liquide qu'on l'éloigne d'avantage du centre de la Terre.

Il nous faut arriver jusqu'au XIVe siècle et à l'enseignement d'Albert de Saxe pour voir la doctrine péripatéticienne relative aux questions qui nous occupent s'enrichir de quelque addition importante.

Lorsqu'Albert de Saxe examine cette question (5) : « La Terre entière est-elle sphérique ? » il a assurément sous les yeux le texte d'Aristote et le commentaire de Simplicius; mais il consulte aussi le texte de Théon de Smyrne ou bien un exposé que ce texte a inspiré; une foule d'indices nous en assurent.

Lisons, par exemple, dans les *Questions* du vieux maître scolastique, les preuves de la sphéricité de la Terre ; nous y retrouvons les arguments d'Adraste, rangés *dans l'ordre même* où Théon de Smyrne nous les a présentés :

(1) Sancti Thomæ Aquinatis, Doctoris angelici, *Opera omnia* jussu impensaque Leonis XIII, P. M., edita. Tomus III. Romæ, MDCCCLXXXVI. *Commentaria in libros Aristotelis de Cœlo et Mundo ;* in lib. II lectio XXVII, p. 224.

(2) Id., *ibid.*, in lib. II lectio VI, p. 145.

(3) Rogerii Bacconis *Specula mathematica*. Distinctio IV. Caput IX : De figura mundi. — *Opus majus*, édit. Jebb, p. 95.

(4) Id. *ibid.*, Caput X : Quod plus aquæ contineat vas inferiori, quam superiori loco positum. — *Opus majus*, édit. Jebb, p. 97.

(5) Alberti de Saxonia *Quæstiones in libros de Cœlo et Mundo*, in librum II quæstio XXVII (Ed. 1492) vel XXV (Ed. 1508).

« *Première conclusion.* La Terre n'est pas rigoureusement sphérique ; cela est évident, car elle présente un grand nombre de montagnes et de vallées.

» *Seconde conclusion.* La Terre est ronde de l'orient à l'occident. On le prouve ; en effet, s'il n'en était pas ainsi, les mêmes étoiles se lèveraient et se coucheraient aussi tôt pour les hommes qui habitent vers l'occident que pour ceux qui habitent vers l'orient... Or cette conséquence est fausse ; le jour et la nuit commencent plus tôt pour ceux qui habitent à l'orient que pour ceux qui habitent à l'occident ; cela résulte évidemment de ce fait, souvent constaté, qu'une même éclipse de Lune, aperçue par les orientaux à la troisième heure de la nuit, est vue par les occidentaux à la première ou à la seconde heure selon qu'ils habitent plus ou moins à l'ouest des premiers ; et cela n'aurait point lieu si la nuit ne commençait pas de meilleure heure pour les orientaux.

» *Troisième conclusion.* De même, la Terre est ronde du nord au midi. On le prouve ; car si un voyageur s'avance suffisamment du nord vers le sud, il voit le pôle s'élever sensiblement ; cela ne peut provenir que du renflement présenté par la Terre entre le nord et le sud.

» En second lieu, un voyageur pourrait s'avancer du nord vers le sud assez pour voir certaines étoiles qui, auparavant, ne lui apparaissaient point ; en même temps, certaines constellations se cacheraient à ses yeux qui, auparavant, se montraient à lui. Cela ne peut être qu'un effet du renflement de la Terre entre le nord et le sud.

» *Quatrième conclusion.* La Terre est ronde à ce point que, par rapport à la Terre entière, les élévations des montagnes sont petites et comme négligeables. On le prouve, en premier lieu, parce que lorsque les graves tombent sur un sol qui n'est point celui d'une montagne ni d'une vallée, ils tombent à angles égaux [normalement]. Cela n'aurait point lieu si les graves ne tendaient point au même centre ; et comme toutes les parties de la Terre

sont graves, il en résulte qu'elles tendent toutes au même centre. Cela ne serait point si la Terre n'était pas ronde ou ne tendait pas naturellement à la rondeur.

» En second lieu, les parties de la Terre tendent toutes également vers le centre du Monde ; elles descendent aux lieux les plus bas, à moins qu'elles ne se soutiennent l'une l'autre comme on le voit des montagnes ; néanmoins, au cours des temps, toute chose descendra et se précipitera vers le centre du Monde ; il semble que ce soit là la cause de la rotondité de la Terre.

» De là on peut connaître que si la Terre était fluide comme l'eau, de telle sorte que ses diverses parties ne se soutinssent point l'une l'autre, elle coulerait vers une rotondité uniforme et une sphéricité parfaite. »

Jusqu'ici Albert de Saxe n'a guère fait que mettre en forme scolastique les arguments qu'Adraste avait donnés en faveur de la sphéricité de la Terre. Il y joint l'argument tiré de la forme de l'ombre de la Terre dans les éclipses de Lune, argument qu'Aristote avait produit mais qu'Adraste avait négligé, puis il ajoute ce passage :

« Au sujet de cette conclusion, il faut savoir que l'on peut déterminer par l'expérience si la Terre est ronde, du moins du sud au nord. Qu'un observateur, partant d'un certain lieu, se déplace vers le nord jusqu'à ce que le pôle lui semble plus élevé d'un degré qu'auparavant, et qu'il mesure le chemin parcouru. Cela fait, qu'il revienne à son point de départ et que, partant de ce lieu, il se dirige vers le midi, jusqu'à ce que le pôle lui paraisse moins élevé d'un degré qu'il n'était au lieu marqué comme point de départ ; qu'il mesure de nouveau le chemin parcouru. Si ces deux chemins se trouvent être égaux, c'est un signe certain que la Terre est circulaire du nord au sud ; si, au contraire, il se trouvait qu'ils ne fussent point égaux, ce serait un signe que la Terre n'est point ronde du nord au sud. »

Les anciens avaient trouvé dans la mesure de l'arc d'un

degré le moyen de déterminer la grandeur de la Terre supposée *sphérique ;* nous avons vu que cette méthode était déjà connue d'Aristote qui la tenait peut-être d'Eudoxe; mais que la mesure d'un degré du méridien, répétée sous diverses latitudes, pût servir à déterminer la forme réelle du globe, c'est une idée qui ne paraît point s'être présentée à l'esprit des astronomes de l'antiquité (1). Le passage d'Albert de Saxe que nous venons de citer montre que la Scolastique du XIVe siècle l'avait nettement formulée. Il appartenait à la Science du XVIIe siècle d'en aborder la réalisation.

Ajoutons qu'Albert de Saxe n'imite point ceux qui cherchent dans les effets capillaires une raison de la rotondité des mers. Dans la dernière des *Questions* relatives au *De Cœlo*, il range (2) au nombre des objections à réfuter, cette proposition, qu'il emprunte à Ptolémée, à Simplicius et à J. de Sacro-Bosco : « En un corps homogène, le tout doit avoir la même figure que les parties ; sinon, ce ne serait point un homogène ; mais les particules de l'eau semblent tendre vers la sphéricité, comme le montrent les gouttes de rosée ou de pluie ; la masse totale de l'eau doit donc, elle aussi, être sphérique. »

A cette proposition, Albertutius répond, avec Albert le Grand : « Au sujet de la figure sphérique des gouttes d'eau, je dis que ce n'est point une conséquence de la forme substantielle de l'eau ; elle résulte plutôt de la fuite des contraires, car cette figure sphérique est celle où les diverses parties se trouvent le plus étroitement unies, où elles peuvent le mieux résister à une cause de corruption ; aussi n'importe quelle masse tend-elle à prendre cette figure, pourvu qu'elle n'en soit pas empêchée par quelque

(1) Cf. Paul Tannery, *Recherches sur l'Histoire de l'Astronomie ancienne* (MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES DE BORDEAUX, 4e série, t. I, p. 104 ; 1893).

(2) Alberti de Saxonia *Quæstiones in libros de Cœlo et Mundo ;* in librum III quæstio ultima.

autre cause, comme la dureté ou la pesanteur. Cette tendance se remarque surtout lorsque le corps est en petite quantité ; elle ne convient pas seulement à l'eau, mais à tous les liquides, comme on le voit avec le vif argent. »

Albert de Saxe ne s'est pas contenté d'exposer, au sujet de la sphéricité terrestre, les divers arguments d'Aristote et d'Adraste, perfectionnés en un point important ; il y a joint une série de corollaires curieux, d'allure paradoxale, destinés sans doute à frapper l'esprit de ses disciples. Pour l'histoire du développement de la Statique, ces corollaires sont, nous le verrons, d'une importance particulière ; citons-les donc *in extenso :*

« 1° De ce que la Terre est ronde, il résulte que les lignes normales à la surface de la Terre, lorsqu'on les prolonge vers le centre, vont sans cesse en se rapprochant les unes des autres et concourent au centre.

» 2° Il en résulte que si l'on construisait deux tours verticales, plus elles s'élèveraient et plus elles s'écarteraient l'une de l'autre ; et plus elles seraient basses, plus elles seraient proches.

» 3° Si l'on creusait un puits au fil à plomb, ce puits serait plus large au voisinage de l'orifice qu'au fond.

» 4° Toute ligne dont tous les points sont à égale distance du centre est une ligne courbe ; car, si elle était droite, certains de ses points seraient plus près du centre et d'autres plus éloignés ; ses divers points ne seraient pas équidistants du centre ; ils ne seraient pas aussi bas les uns que les autres. Si une ligne droite touche la surface terrestre en son point milieu, son point milieu est plus voisin du centre de la Terre que ses extrémités. Il en résulte que si un homme marchait suivant cette ligne droite, il descendrait une partie du temps et monterait ensuite ; il descendrait, en effet, tant qu'il se dirigerait vers le point qui est le plus voisin du centre de la Terre ; il monterait à partir du moment où il s'éloignerait de ce point ; il est clair, en effet, que durant la

première partie du temps, il s'approcherait sans cesse du centre de la Terre et qu'il s'en éloignerait durant la seconde partie ; or, s'approcher du centre de la Terre, c'est descendre, et s'en éloigner, c'est monter.

» On peut conclure de là qu'un mobile qui, entre deux termes donnés, décrit un trajet qui sans cesse monte ou descend peut fort bien faire moins de chemin que s'il allait de l'un de ces termes à l'autre sans monter ni descendre. Cela se voit clairement en supposant que le premier trajet soit un diamètre de la Terre, tandis que le second serait la demi-circonférence qui a ce diamètre pour corde.

» 5° Lorsqu'un homme se promène à la surface de la Terre, sa tête se meut plus vite que ses pieds ; car la tête, qui est en l'air, décrit une plus grande circonférence que les pieds qui touchent le sol. On pourrait concevoir un homme si grand que sa tête se mouvrait en l'air deux fois plus vite que ses pieds sur le sol. »

Ces corollaires de la sphéricité terrestre, bien capables de frapper l'imagination des « escholiers de Sorbonne » qui se pressaient au pied de la chaire de Maître Albert de Saxe devaient, un jour, conduire Léonard de Vinci à découvrir un important théorème de Statique.

5. *La tradition d'Albert de Saxe dans l'École : Thimon le Juif, Marsile d'Inghen, Blaise de Parme Pierre d'Ailly, Jean-Baptiste Capuano Nipho, Grégoire Reisch*

Georges Lokert qui, en 1516 et 1518, donna deux éditions des *Questions* d'Albert de Saxe sur la *Physique* d'Aristote, sur le *De generatione et corruptione* et sur le *De Cœlo et Mundo* était bien placé, assurément, pour connaître les traditions de l'Université de Paris ; en 1516,

il était professeur de Physique au Collège de Montaigu ; en 1518, il enseignait en Sorbonne.

Georges Lokert, en l'*Epistola nuncupatoria et parænetica* qu'il met en tête de ses deux éditions, nous apprend qu'au XIVe siècle, trois hommes excellaient en Philosophie naturelle et formaient, au sein de l'École parisienne, une sorte de triumvirat ; ces trois hommes étaient Albert de Saxe, Thimon et Jean Buridan. Il ajoute que les Italiens, et, en particulier, les Vénitiens, se sont empressés de livrer à l'impression les œuvres des deux premiers, tandis que les écrits de Buridan sont encore inédits. Les Français, plus négligents, semblent laisser les œuvres de leurs maîtres illustres moisir dans la poussière. C'est pour remédier à cette incurie que Georges Lokert publie non seulement les commentaires à la *Physique*, au *De generatione et corruptione*, au *De Cœlo et Mundo* composés par Albert de Saxe, mais encore les *Quæstiones super quatuor libros meteorum compilatæ per doctissimum Philosophiæ professorem Thimonem* et ce que Buridan a écrit sur les divers traités qui composent les *Physica minora* d'Aristote. Par les soins de Lokert, nous possédons ainsi un précieux héritage de la Physique que l'on enseignait en Sorbonne au milieu du XIVe siècle.

Qu'était-ce que Thimon ?

Du Boulay (1) nous donne quelques brèves indications au sujet de Timon le Juif (*Temo judæus*). C'était, nous dit-il, un clerc de la ville de Münster en Westphalie ; il débuta dans l'étude des arts, à la Sorbonne, en 1349, sous Maître Dominique de Chivasso. Le 26 août 1353, il fut élu Procureur de la Nation Anglaise ; cette charge lui fut de nouveau confiée le 18 novembre 1355. « Ce fut un très célèbre professeur de Philosophie ; nous avons lu que bon nombre d'étudiants ont débuté avec lui, ont conquis le grade de licencié et ont terminé leurs études. »

(1) Bulæus, *Historia Universitatis Parisiensis*, MDCLXVIII, t. IV, p. 991.

Plus jeune qu'Albert de Saxe, Thimon le Juif a sans doute suivi les enseignements de ce maître. La trace de ces enseignements se reconnaît maintes fois dans les *Questions* sur les *Météores* ; en ces *Questions*, les commentaires au *De Cœlo et Mundo* composés par Albertus de Saxonia sont explicitement cités et discutés.

La pensée de Thimon le Juif n'a pas toujours la fermeté logique qui caractérise les doctrines d'Albert de Saxe ; parfois, on la voit hésiter quelque peu entre deux opinions contraires ; elle ne s'en montre pas moins ingénieuse et originale ; sur beaucoup de questions de Physique, Thimon a vu plus loin et plus juste que ses devanciers ; les solutions qu'il a proposées, les hypothèses qu'il a émises ont grandement influé sur le développement de la Physique à l'époque de la Renaissance ; il est telle vérité, admise aujourd'hui sans conteste, dont la découverte a été préparée et provoquée par ses recherches.

Les *Questions* de Thimon le Juif au sujet des *Météores* d'Aristote mériteraient donc une étude approfondie ; mais ce n'est point ici le lieu de poursuivre cette étude ; nous devons nous borner à relever, parmi les affirmations de notre auteur, ce qui concerne la tendance du centre de gravité de tout poids vers le centre de l'Univers.

Thimon connaît la doctrine d'Albert de Saxe ; il connaît même les deux doctrines de ce maître ; l'une, celle qui a été donnée aux *Questions sur la Physique*, affirme que le centre de l'Univers est occupé par le centre commun des graves, de l'eau aussi bien que de la terre ; l'autre, celle qui a été exposée aux *Questions* sur le *De Cœlo*, soutient que, seul, le centre de gravité de la terre ferme se trouve au centre du monde. Entre ces deux doctrines, Thimon hésite ; son adhésion s'attache tantôt à l'une, tantôt à l'autre, et ses hésitations engendrent des contradictions.

Au premier livre de ses *Quæstiones perutiles* (1), nous voyons Thimon admettre, contrairement aux théories d'Albert de Saxe, que l'eau des mers pèse sur la terre ferme et qu'il faut tenir compte de leur poids pour déterminer la position de la terre par rapport au centre du Monde.

« J'imagine, dit-il, que, du côté du globe qui nous est opposé, la mer pénètre en des cavités dont la terre est creusée ; entre ces cavités s'élèvent des proéminences pierreuses, beaucoup plus pesantes que la terre qui se trouve de notre côté ; et peut-être la pesanteur de l'eau vient-elle en aide à la gravité de ces parties de la terre qui se trouvent au delà du centre ; dès lors, grâce au concours de la pesanteur de l'eau, ces parties pèsent plus que les terres habitables, bien que celles-ci soient plus volumineuses ; c'est pourquoi la surface convexe de ces dernières peut se trouver plus loin du centre du Monde que la surface convexe qui termine l'eau de l'autre côté du globe. »

« Il est des philosophes, dit-il ailleurs (2), dont l'opinion est telle : la terre et la mer constituent un poids unique ; le centre de gravité de cet agrégat coïncide avec le centre du Monde ; ce qui se trouve donc au centre du Monde, ce n'est ni le centre de gravité de la terre ferme, ni le centre de gravité de l'eau, ni le centre de grandeur, mais bien le centre de gravité de l'ensemble formé par la terre et l'eau.

« Cette opinion me semble probable et forte. » Toutefois, Thimon lui oppose des objections, d'ailleurs fort peu claires ; et ces objections le ramènent à l'opinion qu'Albert de Saxe a soutenue dans ses *Quæstiones* sur le *De Cœlo*.

« Il me paraît donc plus vraisemblable que le centre de gravité de la terre ferme se trouve au centre du Monde ou près de ce centre ; en la partie du globe que l'eau recouvre, la terre ferme est beaucoup plus lourde que celle qui

(1) Thimonis *Quæstiones in libros Meteorum* ; in librum I quæstio V.
(2) Id., *ibid.* ; in librum II quæstio I.

se trouve de notre côté ; quant à l'eau, bien qu'elle soit naturellement grave, elle est moins grave que la terre ; cette eau demeure donc simplement superposée à la partie la plus dense de la terre, tandis qu'émerge la partie de la terre qui est la plus légère. »

Incidemment, Thimon rejette une théorie inadmissible qu'il formule (1) en ces termes :

« On a émis l'opinion suivante : La terre et l'eau sont toutes deux excentriques au Monde ; c'est pourquoi la terre est en partie découverte par les eaux, car la terre et l'eau sont toutes deux sphériques. »

Cette doctrine inacceptable, visée par Thimon, est sans doute, si nous en croyons Giuntini (2), celle que Nicolas de Neuve-Lyre (3) avait émise dans son commentaire au premier chapitre de la Genèse.

A l'encontre de cette opinion de Nicolas de Neuve-Lyre, Albert a enseigné (4) que la terre ferme était à peu près sphérique, mais que son centre de gravité, et non pas son centre de figure, se trouvait au centre du Monde ; quant à l'eau, elle est exactement bornée par une surface sphérique dont le centre est le centre même de l'Univers.

C'est cette doctrine même que reprend Thimon lorsqu'il écrit (5) :

« Le centre de gravité de la terre ferme tout entière coïncide avec le centre du Monde ; c'est autour de ce même centre que l'eau demeure en repos ; c'est vers lui qu'elle se meut ; elle s'en approche autant que possible.

(1) Thimon, *loc. cit.*

(2) Fr. Junctini Florentini, sacræ theologiæ doctoris, *Commentaria in Sphæram Joannis de Sacro Bosco accuratissima.* Lugduni, apud Philippum Tinghium, MDLXXVIII ; p. 178.

(3) Nicolas de Neuve-Lyre était né à Neuve-Lyre (Eure) vers 1270 ; en 1291, il était franciscain à Verneuil : il mourut à Paris en 1340. Ses commentaires ont été deux fois imprimés : Nicolai Lyrani, *Postillæ perpetuæ in vetus et novum Testamentum ;* Romæ, 1471-1472. — *Biblia sacra latina cum postillis* Nicolai de Lyra ; Venetiis, 1481.

(4) Alberti de Saxonia *Quæstiones in libros de Cœlo et Mundo ;* in librum II quæstio XXV.

(5) Thimon, *loc. cit.*

« Imaginons que la terre soit, tout d'abord, supprimée et que toute l'eau se trouve réunie autour du centre du Monde ; concevons ensuite que l'on submerge la partie la plus lourde de la terre ferme jusqu'à ce que le centre de gravité de cette terre occupe le centre du Monde ; car on admet que cette sphère terrestre n'est pas d'une gravité uniforme ; qu'un quart de cette sphère est, par exemple, plus lourd que tout le reste ; cette partie la plus lourde demeurerait alors près du centre [et au-dessous de lui], tandis que les trois autres quarts demeureraient au-dessus ; ainsi il pourrait se faire qu'une partie de la terre demeurât hors de l'eau, à cause de sa plus grande légèreté. »

L'influence d'Albert de Saxe, nous le voyons par l'exemple de Thimon, fut grande sur ses contemporains. Cette influence se fit sentir dans l'École d'une manière puissante et persistante.

Jean Marsile d'Inghen fut, en 1386, nommé recteur de Heidelberg ; il mourut en cette ville le 20 août 1396. Ses *Questions* sur la *Physique* d'Aristote (1), conçues sur le même plan que les *Questions* d'Albert de Saxe, ont été constamment inspirées par la lecture des œuvres de ce dernier ; acceptées ou combattues, la plupart des doctrines physiques d'Albertutius s'y retrouvent, souvent complétées et précisées ; son nom seul, par un oubli systématique que nous aurons maintes fois à constater, a été omis ; Marsile d'Inghen se borne à déclarer qu'il suit les doctrines de l'École nominaliste et qu'il traite la Physique *secundum nominalium viam*. D'ailleurs, l'œuvre de Marsile d'Inghen est fort inférieure à celle de son précédesseur ; parfois, il

(1) *Quæstiones subtilissimæ* Johannis Marcilii Inguen *super octo libros Physicorum, secundum nominalium viam*, cum tabula in fine libri posita ; suum in lucem primum sortiuntur effectum. — In fine : Expliciunt quæstiones super octo libros Physicorum magistri Johannis Marcilii Inguen secundum nominalium viam. Impressæ Lugduni per honestum virum Johannem Marion. Anno Domini MCCCCCXVIII, die vero XVI mensis Julii. Deo gratias.

en reproduit les opinions sans les avoir, semble-t-il, suffisamment comprises.

C'est ce qui a lieu, notamment, en la question (1) où Marsile d'Inghen examine ce problème : « L'eau est-elle le lieu naturel de la terre ? »

Après avoir rapporté, à peu près comme le fait Albert de Saxe, les diverses objections que l'on peut apporter contre cette affirmation : « L'eau est le lieu naturel de la terre », Marsile remarque que la difficulté de la question examinée provient de cette autre, à laquelle il faut auparavant répondre : « Pourquoi la terre est-elle en partie couverte d'eau et en partie découverte ? »

Le recteur de Heidelberg cite alors plusieurs réponses qu'il rejette. Certains, par exemple (et c'est l'opinion que soutenait Campanus de Novare, à la fin du XIIIe siècle, en son traité *De Sphæra*), prétendent qu'il existe une terre ferme pour le salut des animaux qui ne peuvent vivre sous l'eau. « Cette réponse assigne une cause finale, et point une cause efficiente..., tandis que c'est une cause efficiente que nous cherchons, et là gît la difficulté.

» D'autres répondent que la terre et l'eau sont deux sphères qui se coupent, car elles n'ont point même centre ; du côté découvert par les eaux, le centre de la terre est plus élevé. » Cette opinion, nous l'avons dit, fut celle de Nicolas de Neuve-Lyre ; Marsile la réfute comme l'a fait Thimon, en son livre des *Météores*, que le recteur de Heidelberg paraît bien avoir lu : « Le même point est centre du Monde et centre de la gravité ; la masse entière de l'eau et la masse entière de la terre solide ont donc même centre... D'ailleurs, la terre habitable ou, du moins, la terre ferme serait de forme circulaire. Cette conséquence est fausse... car la terre habitable est plus longue que large. »

(1) Johannis Marcilii Inguen *Quæstiones in libros Physicorum* ; circa librum IV quæstio V.

Après avoir relaté ces diverses opinions, Marsile d'Inghen expose celle-ci, où nous reconnaissons la doctrine favorite d'Albert de Saxe : « En cette explication, on suppose tout d'abord que les diverses parties de la terre n'ont pas même gravité ; l'expérience nous prouve qu'il en est de plus lourdes et de moins lourdes... De là découle cette seconde supposition que le centre de gravité de la terre ne coïncide pas avec son centre de grandeur.

« Ces suppositions faites, on imagine que la terre plonge dans l'eau comme une colonne dont la partie inférieure serait, de toutes parts, entourée d'eau, tandis que l'autre partie émergerait et formerait ce que l'on nomme la terre ferme. Concevons, par exemple, qu'un clou se trouve en équilibre au centre de la terre ; il n'y aurait qu'une faible longueur de ce clou d'un certain côté du centre, savoir, du côté où se trouve la tête du clou ; et cela parce que la tête est beaucoup plus lourde que le reste du clou. Eh bien, on suppose que la terre est placée de même par rapport au centre et sous l'eau. »

Marsile d'Inghen rejette cette explication par une argumentation peu compréhensible ; il en propose une autre d'après laquelle l'eau, dont la masse totale est fort petite, remplirait seulement certaines cavités creusées au sein de la terre solide. N'insistons pas sur cette théorie, assurément moins philosophique que celle d'Albertutius.

Un point mérite de retenir un instant notre attention. Non seulement, en exposant cette doctrine, Marsile ne cite pas Albert de Saxe, mais il attribue formellement cette théorie à Campanus de Novare : « Quinta via est quam ponit Campanus in tractatu suo de Sphæra. »

Or, dans son traité de la Sphère (1), Campanus traite, en effet, de l'existence de la terre ferme. Mais il se borne à affirmer que la surface de l'eau est une sphère ayant pour centre le centre même du Monde ; que les continents,

(1) Campani *Tractatus de Sphæra* : Cap. V. Quare Sphæra non sit integra.

qui émergent comme de véritables îles, ont leur surface plus distante du centre du Monde que le niveau des mers. A l'appui de cette affirmation, il n'apporte aucune explication mécanique ; il se borne à invoquer une cause finale, les besoins de la vie animale.

Un peu plus loin (1), Marsile d'Inghen examine, comme Albert de Saxe, si un grave contient une résistance intrinsèque au mouvement ; il expose avec beaucoup de précision l'opinion de ceux qui, avec Roger Bacon, prétendaient trouver l'origine de cette résistance en la tendance de chaque partie du grave à gagner le centre du Monde et en la gêne que la tendance de chacune d'elles éprouve de la part du désir des autres. Comme Albert de Saxe, Marsile d'Inghen répond que « chaque partie du grave ne désire pas gagner le centre en suivant la ligne qui joint chacune d'elles au centre... C'est le grave tout entier qui tombe de telle sorte que son centre devienne le centre du Monde, ou mieux, de manière à se joindre à l'ensemble des choses graves dont le centre doit être le centre du Monde... Pour la satisfaction de ce désir du grave, il faut que le centre de gravité de ce corps se trouve sans cesse sur un des rayons terrestres. »

La question où Marsile écrit ce passage est d'ailleurs intéressante à bien des égards ; nous l'y voyons successivement réfuter une opinion émise par le Précurseur de Léonard de Vinci, puis appeler à son aide une proposition qu'il déclare tirée du *Tractatus de ponderibus*. Nous trouvons là de nouveaux arguments en faveur d'une remarque que la lecture d'Albert de Saxe nous avait déjà suggérée : Les découvertes de l'École de Jordanus ont été l'œuvre de mécaniciens peu soucieux, en général, de questions philosophiques. Les philosophes scolastiques se sont préoccupés de bonne heure des rapprochements que l'on pouvait établir

(1) Johannis Marcilii Inguen *Quæstiones in libros Physicorum ;* circa librum IV quæstio VIII.

ou des divergences que l'on devait constater entre ces découvertes et les principes de la Physique d'Aristote. Cette préoccupation a produit, dès le XIIIe siècle, le *Commentaire péripatéticien* aux *Elementa Jordani de ponderibus ;* nous la retrouvons, au XIVe siècle, dans les *Questions* d'Albert de Saxe ou de Marsile d'Inghen.

Les passages que nous venons de mentionner ne sont d'ailleurs pas les seuls où Marsile d'Inghen fasse allusion aux écrits de l'École de Jordanus. Lorsqu'il veut établir (1) que les variations de la vitesse d'un corps mû sont proportionnelles aux variations de la puissance du moteur, Marsile se heurte à cette objection : « Un grave pendu à une balance se meut tantôt plus vite, tantôt moins vite, bien qu'il se trouve toujours dans le même milieu. » A cette objection, il répond en ces termes : « Bien qu'ici la gravité essentielle demeure toujours la même, il se fait un gain de gravité accidentelle, due à la situation et provenant de ce que le grave regarde le centre auquel il tend plus directement qu'auparavant ; c'est cette gravité accidentelle que l'on nomme *gravitas secundum situm*, comme on le voit dans le traité *De ponderibus*. »

Par Marsile d'Inghen, nous avons vu l'influence d'Albert de Saxe s'exercer à la fin du XIVe siècle ; nous allons voir qu'elle se prolongea bien au delà.

C'est ainsi qu'au XVe siècle, Biagio Pelacani éprouva tout particulièrement cette influence. Il suffit de lire attentivement le *Tractatus de ponderibus* de Maître Blaise de Parme pour y reconnaître les traces des doctrines d'Albert de Saxe.

La troisième et dernière partie du *Traité des poids* de Blaise de Parme est consacrée à l'Hydrostatique. Assurément les propriétés des poids spécifiques et l'emploi de l'aréomètre à poids constant, qui s'y trouvent exposés,

(1) Johannis Marcilii Inguen *Quæstiones in libros Physicorum ;* circa librum IV quæstio XI.

remontent à l'Antiquité ; nous les trouvons dans le livre *De ponderibus* attribué à tort à Archimède et dans le *Carmen de ponderibus*. Mais l'ordre et la forme des questions traitées par Pelacani semblent presque textuellement empruntés à Albert de Saxe (1).

La seconde proposition de la seconde partie du traité de Biagio Pelacani est ainsi formulée : *Triplum pondus ad aliud, in æquilibri positum, medio uniformiter ut unum resistente, subtriplum ad ipsum non levabit.* Cette proposition et la démonstration qui en est donnée sont extraites presque textuellement des *Questions* (2) de Saxonia et de Marsile d'Inghen sur les *Physiques* d'Aristote.

Albert de Saxe nie (3) que l'intensité de la pesanteur varie avec la distance au centre du Monde : « L'éloignement du centre du Monde fait bien que les diverses parties d'un grave tendent à gagner leur lieu naturel par des chemins différents ; mais jamais la distance n'empêcherait un grave de tendre à son lieu naturel. » Il semble que ce passage, qui, lui-même, paraît découler d'un argument de Roger Bacon, ait suggéré à Blaise de Parme une remarque qu'il développe et que nous avons mentionnée : Bien que chacune des parties d'un grave garde un poids invariable, l'inclinaison mutuelle de ces divers poids fait que le poids total du grave est d'autant plus petit que le corps est plus voisin du sol. Cette remarque semble, d'ailleurs, être devenue classique dans les Écoles ; nous la retrouverons jusque dans les écrits de Mersenne et de Descartes.

Le célèbre Pierre d'Ailly était contemporain de Blaise de Parme. Né à Compiègne en 1330, il fut grand-maître

(1) Alberti de Saxonia *Quæstiones in libros de Cœlo et Mundo*; in librum III quæstiones I et II.

(2) Alberti de Saxonia *Quæstiones in libros de physico Auditu* ; in librum IV quæstio X. — Johannis Marcilii Inguen *Quæstiones in libros Physicorum* ; circa librum IV quæstio IX.

(3) Alberti de Saxonia *Quæstiones in libros de Cœlo et Mundo* ; in librum I quæstio X.

du Collège de Navarre en 1384, évêque de Cambrai, cardinal en 1411, légat du pape en Allemagne et à Avignon ; il mourut en 1420. Parmi ses nombreux écrits se trouve un commentaire, en quatorze questions, au traité *De Sphæra* composé par Sacro-Bosco ; ce commentaire se trouve presque toujours compris en ces collections de traités cosmographiques, si souvent éditées à la fin du XVe siècle et au commencement du XVIe siècle (1).

La cinquième question de Pierre d'Ailly est ainsi formulée : « Le ciel et les quatre éléments ont-ils la forme sphérique? » Pour répondre à cette question, Pierre d'Ailly reproduit presque textuellement ce qu'Albert de Saxe a écrit sur le même sujet dans ses *Quæstiones* relatives au *De Cœlo*. D'ailleurs, tout en faisant cet emprunt large et

(1) Voici, à titre de documents, les collections de ce genre que nous avons consultées :

1° Barthol. Vespuccio (Florent.) *De laudibus Astrologiæ* — *Textus Sphæræ* Joa. de Sacro Busto. — Capuani de Manfredonia *Expositio sphæræ*. — Jac. Fabri Stapulensis *Comment. in Sphæram*. — Petri de Aliaco card. *Quæstiones* XIIII. — Roberti Linconiensis episc. *Compendium Sphæræ*. — *Disput.* Joa de Regio Monte *contra Cremonensia deliramenta*. — Fr. Capuani *Theoricarum novarum textus cum expositione*. — In fine : Venetiis, per Jo. Rubeum et Bern. fratres Vercelli, ad instant. Junctæ de Junctis, 1508.

2° *Sphæra, cum commentis in hoc volumine contentis, videlicet :* Cichi Esculani *cum textu*. — Expositio Joan. Baptistæ Capuani *in eandem*. — Jacobi Fabri Stapulensis. — Theodosii *De Sphæris* — Michaelis Scoti. — *Quæstiones* reverendissimi Domini Petri de Aliaco, *etc* — Roberti Linchoniensis *Compendium*. — *Tractatus de sphæra solida*. — *Tractatus de computo majori* ejusdem. — *Disputatio* Joannis de Monteregio. — *Textus theoricæ cum expositione* Joannis Baptistæ Capuani. — Ptolemeus *de speculis*. — In fine : Venetiis, impensa hæredum quondam Domini Octaviani Scoti Modoetiensis ac sociorum ; 19 Januarii 1528.

3° *Sphæræ tractatus* Jo. de Sacro Busto. — Gerardi Cremon. *Theoricæ planetarum*. — G. Purbachii *Theor. planet.* — Prodoscimi de Beldomando Patav. *Comm. sup. tractatu sphærico*. — Joannis Bapt. Capuani *Expos. in sphæra*. — Mich. Scoti *Expositio in sphæra*. — Jac. Fabri Stapulensis *Annotat.* — Campani *Comp. s. tract. de sphæra*. — *De modo fabricandi sphæram solidam*. — Petri card. de Aliaco *XIV quæstiones*. — Roberti Linconiensis *Tractatus de sphæra*. — Bartholomei Vesputii *Gloss.* — Lucæ Gaurici *Castigat.* — Ejusdem *Num quid sub æquatore sit habitatio*. — Ejusdem *De inventoribus Astrologiæ*. — Alpetragii Arabi *Theor. planetarum*. — Venetiis, Luc. et Ant. Juntæ, 1531.

bien reconnaissable à la science d'Albert de Saxe, il se garde d'en nommer le légitime propriétaire. Albert de Saxe, en effet, a été au plus haut degré un de ces génies méconnus dont la pensée féconde nourrit pendant des siècles une science qui ne daigne pas prononcer leur nom.

Aux corollaires d'allure paradoxale qu'Albertutius a tirés de la sphéricité de la Terre et des mers, Pierre d'Ailly en ajoute quelques-uns de son cru ; citons ceux-ci :

« Celui qui possède un champ voisin d'une autre pièce, et qui creuse sa terre en gardant à la cavité une section d'étendue invariable fait tort au propriétaire voisin.

» Si la Terre était coupée par une surface plane dont le milieu serait au centre du Monde et si l'on répandait de l'eau sur ce plan, cette eau tendrait à prendre la forme d'un hémisphère ayant pour centre le centre du Monde.

» En second lieu, si le fond d'un étang est plan, cet étang est assurément plus profond au milieu qu'au bord.

» En troisième lieu, le même vase contient plus de liquide en un lieu bas qu'en un lieu élevé. »

Ces aphorismes, dont le dernier est emprunté à Roger Bacon, étaient bien propres à frapper l'imagination ; ils eurent, comme ceux d'Albert de Saxe, grande vogue dans les écoles ; on les retrouve encore dans les écrits de maint auteur du XVIIe siècle.

Jean-Baptiste Capuano de Manfredonia (1) vivait, au dire de Tiraboschi, vers 1475 ; il était chanoine régulier de Saint-Augustin et s'adonnait à l'Astronomie. On possède de lui une *Exposition* du traité de Sacro-Bosco qui se rencontre, en général, dans les mêmes recueils que les *Questions* de Pierre d'Ailly.

Lorsqu'il énumère les raisons pour lesquelles l'eau ne couvre pas en entier la terre, Jean-Baptiste Capuano

(1) Dans certains recueils cosmographiques, on le nomme *Sipontinus*, de Siponte (Maria-Siponto). Parfois, au lieu de *Giovanni Baptista*, il porte comme prénom *Francesco* (Voir, à ce sujet : Riccardi, *Biblioteca matematica italiana*, Part. I, t. I, col. 238-240 ; Modena, 1870).

cite, en premier lieu, celle-ci, où nous reconnaissons la théorie favorite d'Albert de Saxe : « La terre n'est point, en son entier, d'une gravité uniforme ; elle est, d'une part, plus lourde que de l'autre ; cela tient à ce qu'une de ses parties est plus dense, plus épaisse, exempte de pores et de cavernes, tandis que l'autre est poreuse et pleine de cavités ; le centre de grandeur ne coïncide donc pas avec le centre de gravité ; dès lors, la partie la plus légère, qui est beaucoup plus éloignée du centre du Monde, émerge hors des eaux et demeure découverte. »

Jean-Baptiste Capuano a, du reste, fort mal compris le raisonnement qu'il reproduit, car il y fait l'objection suivante : « Il ne paraît pas vraisemblable que la terre, en la région qui demeure découverte, soit assez légère pour émerger hors de l'eau. » Chose plus curieuse, notre auteur écrit : « Cette explication est attribuée à Campanus. » Cette attribution à Campanus d'une doctrine dont il n'a jamais soufflé mot, et qui appartient en entier à Albert de Saxe, nous l'avons déjà rencontrée dans les *Quæstiones subtilissimæ in libros Physicorum* de Jean Marsile d'Inghen. Avec une persistance dont la raison nous échappe, les scolastiques qui empruntent les doctrines d'Albert de Saxe ont grand soin, en général, de taire son nom ; qui plus est, ils remplacent parfois ce nom par celui d'un auteur qui n'a rien à faire avec ces doctrines.

Jean-Baptiste Capuano attribue donc à Campanus une théorie qui est d'Albertutius ; faut-il penser qu'il n'a point lu ce dernier auteur et qu'il connaît ses idées par une tradition anonyme ? Comment pourrait-on le croire lorsqu'on rapproche des *Questions* d'Albert de Saxe ce passage de Capuano :

« La Terre se meut sans cesse d'un mouvement rectiligne... On en donne la preuve en même temps que la raison et la cause. La terre, du côté qui n'est point couvert par les eaux, est sans cesse subtilisée par les rayons du Soleil et la chaleur des étoiles ; elle se réduit

en vapeurs et se consume ; cela est certain et par l'expérience, et par le premier livre des *Météores* ; en effet, toutes les exhalaisons qui s'élèvent de la terre proviennent de cette partie découverte. Mais, sur l'autre côté, qui est recouvert par les eaux, l'intensité du froid condense l'eau du fond de la mer et la change en terre ; en même temps, comme cette région est la plus basse de toutes, tous les graves qui sont dans la mer y descendent ; la terre augmente donc sans cesse de ce côté et sa gravité croît. Puis donc que, d'un côté, quelque portion de la terre se consume sans cesse, tandis que, de l'autre côté, il se fait un continuel apport, le centre de gravité de la terre change de place. La moitié couverte par les eaux, devenue plus lourde que la moitié découverte, descend, se rapproche du centre, et pousse l'autre moitié. Le centre du Monde ne demeure donc point en la même région de la terre ; la partie de la terre qui, primitivement, était au centre, devient plus voisine de la surface ; et ce déplacement continue jusqu'à ce que cette partie vienne à la surface même. »

Les *Questions* d'Albert de Saxe étaient donc très souvent lues, très profondément méditées, mais très rarement citées par les hommes de science à la fin du XIVe siècle et pendant toute la durée du XVe siècle ; il en était de même à la fin du XVe siècle et au début du siècle suivant. Augustin Nipho (1473-1538) emprunte à Albertus de Saxonia toute sa théorie de la gravité ; c'est en vertu de cette théorie qu'il écrit (1) le passage suivant : « Que l'eau soit en repos ou en mouvement, elle n'est point *deorsum in respectu* tant que sa surface n'est pas équidistante du centre ; c'est seulement lorsque cette condition est satisfaite que l'air constitue son lieu naturel ; la terre n'est point *deorsum simpliciter* tant que son centre de gravité

(1) Augustini Niphi philosophi Suessani *Expositiones super octo Aristotelis Stagiritæ libros de physico Auditu*... Venetiis, apud Hieronymum Scotum, MDLVIII. Physicorum liber quartus, p. 307.

ne coïncide pas simplement avec le centre du monde. L'eau ne formera donc le lieu naturel de la terre qu'autant que la terre ainsi logée tiendra le milieu du monde. »

Pas plus que Nipho, Gaëtan de Tiène (1) ne nomme Albert de Saxe ; cependant, en ses commentaires à la Physique d'Aristote, il lui fait de nombreux et reconnaissables emprunts ; il mentionne, sans l'adopter, sa théorie du centre de la terre : « Certains imaginent, dit-il (2), que le centre de grandeur de la terre n'est point le centre du Monde ; en effet, la partie soumise à l'action du Soleil et des astres est très sèche et légère ; et comme le centre de gravité de la terre coïncide avec le centre du Monde, il s'ensuit que cette partie de la terre très sèche et légère est beaucoup plus haut que l'autre partie, où s'engendre une grande quantité d'eau ; il y a donc une partie de la terre qui est plus élevée que toute l'eau. » Gaëtan de Tiène mentionne également la théorie selon laquelle la terre et l'eau sont excentriques l'une à l'autre ; au dire de cette théorie, « l'eau, sauve de tout empêchement, tendrait non pas au centre du Monde, mais au centre de sa sphère ; en sorte que de l'eau que l'on placerait au centre du Monde sans que rien l'y retînt, monterait de mouvement naturel jusqu'au centre de sa propre sphère ». Mais Gaëtan attribue à tort cette théorie singulière à Campanus, qui n'a rien dit d'approchant ; elle est, nous le savons, l'œuvre de Nicolas de Neuve-Lyre.

Alexandre Achillini, de Bologne (1463-1512), dans son livre sur les orbites célestes (3), fait à l'une des doctrines

(1) Gaëtan de Tiène, né à Vicence, enseigna la philosophie à Padoue ; il mourut en cette ville en 1465. Il ne le faut point confondre avec Gaëtan de Tiène, né à Vicence en 1480, mort en 1547 ; celui-ci fonda l'ordre des Théatins et fut canonisé. Il ne faut point non plus le confondre avec l'illustre cardinal Caietan (1469-1534).

(2) *Recollectæ* Gaietani *super octo libros Physicorum cum annotationibus textuum.* In fine : « Impressum est hoc Venetiis per Bonetum Locatellum, jussu et expensis nobilis viri Domini Octaviani Scoti civis Modoetiensis. Anno salutis 1496. » Lib. IV, quæstio I.

(3) Alexandri Achillini Bononiensis *Quatuor libri de Orbibus ;* Bononiæ,

d'Albert de Saxe une allusion fort nette : « Je pose en principe, dit-il, qu'il y a deux centres du Monde : un centre naturel, qui est l'élément de la terre, et un centre mathématique, savoir le point qui est le centre de gravité de la terre, si le centre de gravité diffère du centre de grandeur ; car celui-ci peut bien être appelé centre de la terre, mais non point centre du Monde. »

On n'en finirait point si l'on voulait relever toutes les traces des théories d'Albert de Saxe ; à la fin du XVe siècle, au début du XVIe siècle, il est presque impossible d'ouvrir un livre qui traite de la gravité, de l'immobilité de la Terre, de sa position dans l'Univers, des relations entre l'eau et la terre ferme, sans y reconnaître l'écho plus ou moins net, plus ou moins altéré, des enseignements qu'Albertutius donnait en Sorbonne au milieu du XIVe siècle.

Ne recueillons point toutes ces résonances ; bornons-nous à en signaler une dernière parce que celle-là retentira longtemps encore, portée par la vogue extraordinaire de la *Perle philosophique* de Grégoire Reisch.

Grégoire Reisch était, à la fin du XVe siècle et au commencement du XVIe siècle, prieur d'une chartreuse près de Fribourg (1) ; sous ce titre : *Margarita philosophica totius philosophiæ rationalis, naturalis et moralis principia dialogice duodecim libris doctissime complectens*, il composa en 1496 (2) une sorte de petite encyclopédie philosophique, rédigée sous forme de dialogues.

impensis Benedicti Hectoris Bononiensis, MCCCCLXXXXVIII ; Liber primus, dubium tertium. — Alexandri Achillini Bononiensis, philosophi celeberrimi, *Opera omnia, in unum collecta*,... omnia post primas editiones nunc primum emendatiora in lucem prodeunt. Venetiis, apud Hieronymum Scotum, MDXLV ; p. 29.

(1) Sbaralea (*Supplementum scriptorum Franciscanorum*, pp. 312-313) et, d'après lui, U. Chevalier (*Répertoire des Sources historiques du moyen âge ; Bio-bibliographie*, col. 927) font de Grégoire Reisch un franciscain. Brunet (*Manuel du libraire et de l'amateur de livres*, Paris, 1863, t. IV, col. 1200) lui attribue, par erreur, le prénom de Georges.

(2) Panzer, dans les ANNALES TYPOGRAPHIQUES, et Hain, dans son *Repertorium*, ont cité une édition, sans date ni lieu d'édition, où l'ouvrage même porte la mention : *Ex Heidelberga, III Kal. Januarii* 1496.

Cet ouvrage qui, sous un petit volume, réunissait des connaissances si variées, se répandit extrêmement ; pendant tout le XVIe siècle, les éditions se succédèrent nombreuses (1) ; au moment même où le XVIIe siècle allait commencer, Jean-Paul Galluci en donna une traduction en italien (2). Le livre VII est consacré aux principes de l'Astronomie ; au chapitre XLII du premier traité, l'auteur examine la disposition de l'eau par rapport à la terre ferme ; au sujet de cette disposition, il émet une opinion étrange et qui, cependant, aura bien des partisans au cours du XVIe siècle ; il attribue à la surface des mers la figure d'une sphère, à la terre ferme celle d'une sphère plus petite ; il suppose que cette seconde sphère est contenue en entier à l'intérieur de la première, sauf en un point où elle la touche.

Cette opinion invraisemblable, Grégoire Reisch l'appuie de considérations où nous reconnaissons sans peine un résumé grossier et peu exact des théories d'Albert de Saxe. « La substance de la terre et de l'eau, dit-il, forme un seul corps sphérique ; les philosophes lui ont attribué deux centres, savoir le centre de gravité et le centre de grandeur. Le centre de grandeur divise en deux parties égales l'axe de symétrie de la figure formée par l'ensemble de la terre et de l'eau ; il est le centre du monde. Quant au centre de gravité, il est en dehors du précédent ; il se trouve sur le diamètre de la sphère terrestre ; celui-ci surpasse nécessairement la moitié du diamètre de la sphère

(1) Outre l'édition que nous venons de citer, Brunet *(loc. cit.)* mentionne les éditions de Fribourg en 1503, de Strasbourg en 1504, 1508, 1512, 1515, de Bâle en 1534 et 1583 ; celle que nous avons consultée à la Bibliothèque municipale de Bordeaux est de Joannes Schottus, Basileæ, 1517.

(2) *Margarita filosofica* del R. P. F. Gregorio Reisch, nella quale si trattono tutte le dottrine comprese nella ciclopedia, accresciuta di molte belle dottrine da Orontio Fineo matematico Regio. Di novo tradotta in Italiano da Gio. Paolo Galluci Salodiano, Accademico Veneto et accresciuta di molte cose. In Vinegia, 1599 ; presso Barezzo Barezzi e Compagni. — Cette même édition, dont le frontispice seul avait été changé, était également vendue : In Venetia, MDC ; appresso Jacomo Antonio Somascho.

que forme l'ensemble de l'eau et de la terre ; sinon, le centre du Monde ne se trouverait pas au sein de la terre ; et l'on ne pourrait guère, en Physique ni en Astronomie, rien dire de plus absurde que cela.

» Il est nécessaire de distinguer entre les deux centres, parce que la terre émergée est plus légère que la terre submergée. Lorsqu'une partie de la terre émerge, elle est d'abord humide; mais bientôt elle se dessèche et s'allège. Le centre de gravité de la terre ne saurait donc coïncider avec son centre de grandeur ; placé sur le diamètre de la terre, ce centre de gravité tend sans cesse à se rapprocher de la partie de la surface terrestre que les eaux recouvrent. D'autre part, les eaux coulent sans cesse vers cette partie, car elle est la plus proche du centre du Monde. Il en résulte que la Terre est animée d'un mouvement local incessant, car les parties les plus éloignées du centre de gravité tendent à se placer à la même distance que les autres. Mais le tout est limité par une seule surface convexe et l'eau n'inonde pas la surface de la terre... »

Cette conclusion, il faut bien l'avouer, ne semble guère compatible avec la disposition que Grégoire Reisch attribue à l'eau et à la terre ; Giuntini (1) en a très justement fait la remarque. En vérité, l'hypothèse de Grégoire Reisch est criante d'absurdité ; cependant les doctrines géodésiques du XVIe siècle en subiront la profonde et durable influence.

6. *La tradition d'Albert de Saxe et Léonard de Vinci*

La tradition d'Albert de Saxe était donc très vivante, au début du XVIe siècle, parmi les docteurs de la Scolastique ; mais elle n'avait pas moins d'influence sur la

(1) Fr. Junctini Florentini, sacræ theologiæ doctoris, *Commentaria in Sphæram Joannis de Sacro-Bosco accuratissima* ; Lugduni, apud Philippum Tinghium, MDLXXVIII, p. 178.

pensée de ceux qui vivaient en dehors de l'École ; parmi ceux-ci, nul peut-être n'a plus emprunté au vieux maître en Sorbonne que Léonard de Vinci (1).

Parmi les manuscrits de Léonard de Vinci que conserve la Bibliothèque de l'Institut, l'un des plus importants est le cahier que désigne la lettre *F*. D'après une indication qui figure au recto du premier feuillet, ce cahier fut commencé à Milan le 12 septembre 1508.

Au verso de la couverture, se trouve une liste de livres et d'objets appartenant sans doute à Léonard. Parmi les titres de livres, nous lisons : *Archimède, de centro gravitatis*. Nous lisons aussi :

« *Albertucco elmarliano decalculatione.*

» *Alberto decelo et mundo, da fra bernardino.* »

M. Ravaisson-Mollien (2) traduit ainsi ces deux lignes :

« Albertucco et Marliano, de calculatione.

» Albert, de Cœlo et Mundo, par fra Bernardino. »

Quels sont les ouvrages dont ces quelques lignes nous révèlent la présence entre les mains de Léonard ?

Une note de M. Ravaisson-Mollien nous rappelle que Marliano, premier médecin de Jean Galeasz Sforza, mort à Milan en 1483, avait composé un écrit intitulé : *De proportione motuum in velocitate*. Le sujet de cet écrit a rapport à certaines questions touchées par Léonard au cours du cahier *F* ; il est donc raisonnable de croire que l'ouvrage auquel Léonard fait allusion est bien celui qu'indique M. Ravaisson-Mollien.

Mais comment faut-il interpréter le nom d'*Albertucco*, qui précède la mention de cet ouvrage ? M. Ravaisson-Mollien propose, avec un point de doute, la traduction : Leone-Battista Alberti. M. Eug. Müntz (3) admet, en effet, que cette indication se rapporte à Alberti.

(1) Cf. P. Duhem, *Albert de Saxe et Léonard de Vinci* (BULLETIN ITALIEN, t. V, p. 1 et p. 115 ; 1905).

(2) *Les Manuscrits de Léonard de Vinci*, publiés par Ch. Ravaisson-Mollien : Ms. F. de la Bibliothèque de l'Institut. Paris, 1889.

(3) Eug. Müntz, *Léonard de Vinci, l'artiste, le penseur, le savant*, p. 308 (en note) ; Paris, 1899.

De prime abord, une remarque rend douteuse cette interprétation : Léonard cite Alberti en d'autres passages (1) ; il ne le nomme point *Albertucco*, mais Battista Alberti.

A la table des matières du cahier *F*, au mot Albertuccius, M. Ch. Ravaisson-Mollien écrit : « Mon frère Louis Ravaisson-Mollien, de la Bibliothèque Mazarine, me fait remarquer qu'un des deux Albert de Saxe, franciscain du xve siècle, fut appelé Albertuccius. » Cette note nous indique la véritable interprétation du mot *Albertucco* écrit par Léonard sur la couverture du cahier *F* ; ce mot désigne non pas Leone-Battista Alberti, mais Albert de Saxe, si souvent nommé, au xvie siècle, *Albertutius* ou *Albertuccius*.

Et, en effet, la seconde partie du *Tractatus proportionum* d'Albert de Saxe, si souvent imprimé à la fin du xve siècle et au commencement du xvie siècle, est intitulée : *Tractatus de proportione velocitatum in motibus* (2). Il semble donc tout naturel que Léonard ait rapproché cet écrit de celui de Marliano.

Qu'est-ce que Léonard a emprunté au *Tractatus proportionum* d'Albertutius et au Traité *De proportione motuum in velocitate* de Marliano ? Sans doute, ces propositions (3) qui, toutes, découlent du vieil axiome péripatéticien : La vitesse d'un mobile est proportionnelle à la force qui meut ce mobile. A cet égard, il semble, au premier abord, bien difficile d'émettre une affirmation formelle ; développées par tous les commentateurs d'Aristote, depuis Alexandre d'Aphrodisias et Simplicius, ces propositions étaient

(1) *Les Manuscrits de Léonard de Vinci*, publiés par Ch. Ravaisson-Mollien ; Ms. F, fol. 82, recto ; Ms. G, fol. 54, recto.

(2) B. Boncompagni, *Intorno ad un comento di Benedetto Vittori, medico Faentino, al* TRACTATUS PROPORTIONUM *di Alberto di Sassonia* (BULLETINO DI BIBLIOGRAFIA E DI STORIA DELLE SCIENZE MATEMATICHE E FISICHE, t. IV, p. 495 ; 1871).

(3) *Les Manuscrits de Léonard de Vinci*, Ms. F, fol. 26, recto, et fol. 51, verso. Ces fragments ont été reproduits en note au Chapitre II.

du domaine commun. Heureusement, pour fixer notre opinion à cet égard, nous avons l'aveu formel de Léonard ; en un cahier qui paraît postérieur au cahier *F*, Léonard écrit (1) : « Albert de Saxe dit, dans son *De proportione*, que si une puissance meut un mobile avec une certaine vitesse, elle mouvra la moitié de ce mobile du double plus vite. Il ne me paraît pas, à moi, ainsi ;... »

Nous savons maintenant, d'une manière très exacte, ce que signifiait l'indication *Albertucco*, écrite par Léonard sur la couverture du cahier *F*. Que signifie cette autre : *Albert, de Cœlo et Mundo* ? M. Ravaisson-Mollien la regarde comme se rapportant à Albert le Grand. Mais rien, dans les notes que renferme le cahier *F*, ne rappelle les théories physiques de Maître Albert ; on y peut reconnaître, au contraire, des emprunts aux *Quæstiones in libros de Cœlo et Mundo* composées par Albert de Saxe ; c'est donc sûrement cet écrit que Léonard avait en mains et qu'il a entendu mentionner en écrivant : *Alberto decelo e mundo*.

Nous avons relevé ailleurs (2) quelques-unes des traces les plus nettes de l'influence exercée par Albert de Saxe sur Léonard de Vinci ; parmi ces traces, nous reprendrons seulement ici celles qui concernent la théorie du centre de gravité ; elles suffiront amplement à prouver au lecteur que Léonard avait lu et médité les doctrines du vieux maître en Sorbonne.

Voici un premier fragment (3) où Léonard reproduit la distinction essentielle entre le centre de grandeur et le centre de gravité, distinction sur laquelle repose toute la théorie d'Albert de Saxe :

« *Du centre du grave*. Tout corps non uniforme a trois centres, c'est-à-dire de la grandeur, de la gravité acciden-

(1) *Les Manuscrits de Léonard de Vinci*, Ms. I, fol. 120 (72), recto.

(2) P. Duhem, *Albert de Saxe et Léonard de Vinci* (BULLETIN ITALIEN, t. V, p. 1 et p. 115, 1905).

(3) *Les Manuscrits de Léonard de Vinci*, Ms. F, fol. 54, recto.

telle (1) et de la gravité naturelle ; mais si on incorporait le centre du Monde, il manquerait le centre de la gravité accidentelle.

» Des corps non uniformes qui ont un centre de grandeur et un centre de gravité ; et l'on ne pourra recevoir le centre du Monde sinon dans le centre de gravité et celui de la grandeur restera à part. »

Dans cet autre fragment (2), Léonard montre, suivant l'avis d'Albert de Saxe, comment le centre de gravité de la Terre subit de perpétuels changements de lieu :

« Parce que le centre de la gravité naturelle de la Terre doit être au centre du Monde, la Terre va toujours en s'allégeant en quelque partie, et la partie allégée pousse en haut, et submerge autant de la partie opposée qu'il en faut pour qu'elle joigne le centre de la susdite gravité au centre du Monde.

» Où le Soleil est droit au-dessus, la terre s'allège ; couverte par l'air, les eaux et la neige lui ont manqué ; du côté opposé, les pluies et les neiges alourdissent la terre, la poussent vers le centre du Monde et éloignent de ce centre les parties allégées ; ainsi la sphère de l'eau conserve l'égalité du centre de sa sphère, mais non de la gravité. »

Albertutius avait montré comment, par le jeu même de la pesanteur, la Terre tendait constamment à la sphéricité. Léonard reprend (3) les mêmes considérations :

« *Du monde.* Tout grave tend en bas, et les choses

(1) Il me paraît facile de deviner ce que Léonard entend par centre de la gravité accidentelle ; la *gravité accidentelle* désigne, pour beaucoup de scolastiques, ce que Léonard nomme généralement *impeto* ; cette notion confuse correspond, plus ou moins exactement, à nos idées modernes de *vitesse acquise*, de *quantité de mouvement* et de *force vive* ; de même que, pour Léonard, la *gravité naturelle* a son siège en un point, le *centre de gravité naturelle*, de même la gravité accidentelle est condensée au *centre de gravité accidentelle*. Si le grave *incorpore* le centre du Monde, il y demeure en repos, et la gravité accidentelle disparaît avec son centre.

(2) *Les Manuscrits de Léonard de Vinci*, Ms. F. fol. 70, recto.

(3) *Ibid.*, fol. 84, recto.

hautes ne resteront pas à leur hauteur, mais avec le temps, elles descendront toutes et ainsi, avec le temps, le Monde restera sphérique et, par conséquent, sera tout couvert d'eau. »

Albert avait reculé devant cette conséquence ; il s'était efforcé d'expliquer comment une terre ferme émergerait toujours hors des eaux ; il avait écrit (1), il est vrai : « Omne grave tendit deorsum nec perpetuo potest sic sursum sustineri, quare jam totalis terra esset facta sphærica et undique aquis cooperta. » Mais cette phrase se trouvait parmi les propositions à réfuter. Plus audacieux, Léonard n'hésite pas à annoncer que le jeu même de la gravité tend à l'inondation totale de l'Univers ; non seulement, il reproduit textuellement (2) l'énoncé latin de la proposition qu'Albert de Saxe avait formulée pour la réfuter : « Omne grave tendit deorsum nec perpetuo potest sic sursum sustineri, quare jam totalis terra esset facta sphærica » ; mais il revient avec instance sur cette prophétie :

« Si la Terre était sphérique (3), aucune partie n'en serait découverte par la sphère de l'eau... Perpétuels sont les bas lieux du fond de la mer, et les cimes des monts sont le contraire ; il suit que la Terre se fera sphérique et toute couverte des eaux, et sera inhabitable. »

Ce passage, comme mainte autre réflexion inspirée par Albert de Saxe, se retrouve dans le *Traité du mouvement et de la mesure de l'eau*, dont une copie manuscrite, conservée à Rome, à la Bibliothèque Barberini, a été publiée (4) par Francesco Cardinali en 1826 ; il forme, dans le *Traité de l'eau*, le chapitre XXV du livre I.

(1) Alberti de Saxonia *Quæstiones in libros de Cœlo et Mundo* ; in librum II quæstio XXVIII (Éd. 1492) vel XXVI (Éd. 1518).

(2) *Les Manuscrits de Léonard de Vinci*, Ms. F, fol. 84, recto.

(3) *Ibid.*, fol. 52, verso.

(4) Leonardo da Vinci, *Del moto e misura dell' acqua* ; inséré dans : *Raccolta d'autori Italiani che trattano del moto dell' acqua* ; edizione quarta, arrichita di molte cose inedite e d'alcuni schiarimenti. Tomo X, pp. 271-450. Bologna, 1826.

Dans ce continuel travail de la gravité qui, perpétuellement, tend à arrondir la terre ferme, l'érosion produite par les eaux des fleuves joue un rôle essentiel ; Albert de Saxe nous a signalé ce rôle ; il nous a montré également comment l'érosion avait sculpté le relief du sol. Léonard reprend ces considérations, mais il les expose (1) en ingénieur habitué à l'observation minutieuse des phénomènes produits par les eaux courantes :

« Si la terre des antipodes qui soutient l'océan s'élevait et se découvrait beaucoup hors de cette mer, étant presque plane, de quelle façon pourraient se créer avec le temps les monts et les vallées, et les pierres des diverses couches ?

» La fange ou sable, d'où l'eau s'écoule, quand elle reste découverte par les inondations des fleuves, nous enseigne ce qui se demande ci-dessus.

» L'eau qui s'écoulerait de la terre découverte par la mer, quand cette terre s'élèverait beaucoup au-dessus de la mer, bien qu'elle fût presque plane, commencerait à faire divers ruisseaux pour les parties plus basses de cette surface, et ceux-ci, commençant ainsi à se creuser, se feraient réceptacles des autres eaux environnantes ; de cette façon, ils acquerraient, dans toute partie de leur longueur, de la largeur et de la profondeur, leurs eaux croissant toujours jusqu'à ce que toute cette eau se soit écoulée ; et ces concavités seraient ensuite les cours des torrents qui reçoivent les eaux des pluies ; et ainsi elles iraient consumant les berges de ces fleuves jusqu'à ce que les terres qui les séparent les uns des autres se fissent monts aigus et que, l'eau s'écoulant, ces collines commençassent à se sécher et à créer les pierres en couches plus ou moins grandes selon les épaisseurs des fanges que les fleuves auraient portées dans la mer avec leurs déluges. »

Albert admet, au moins dans ses *Questions* sur le *De*

(1) *Les Manuscrits de Léonard de Vinci*, Ms. F, fol. 11, verso.

Cœlo, que c'est le centre de gravité de la terre ferme qui occupe le centre du Monde ; la présence de l'eau en certaines parties de la surface qui termine la terre solide, son absence en d'autres parties de cette même surface ne sauraient déranger ce centre de gravité. Léonard de Vinci a-t-il admis cette doctrine ?

Léonard connaît le principe sur lequel elle repose ; il l'énonce (1) en résumant Albert de Saxe : « Aucun élément simple n'a de légèreté ni de gravité dans sa propre sphère, et si la vessie pleine d'air pèse plus aux balances qu'étant vide, c'est parce que cet air est condensé ; et le feu pourrait se condenser de telle façon qu'il serait plus lourd que l'air ou égal à l'air, et peut-être plus lourd que l'eau et devenant égal à la terre. »

Mais de ce qu'il a connu cette théorie, il n'en résulte pas qu'il l'ait adoptée ; en tout cas, il n'a pas admis sans conteste le corollaire qu'Albertutius en avait prétendu tirer.

La modification qu'il semble disposé à apporter à ce corollaire est, d'ailleurs, bien singulière ; il pense que l'eau n'alourdit pas la partie du globe qu'elle recouvre, mais au contraire l'allège ; il regarde cette proposition comme une conséquence du principe d'Archimède. Voici le passage (2) où se trouve exprimée cette étrange opinion :

« *Si la terre couverte par la sphère de l'eau est plus ou moins grave qu'étant découverte.* Je réponds que ce grave pèse plus qui est en milieu plus léger. Donc la terre qui est couverte par l'air est plus grave que celle qui est couverte par l'eau... »

Deux petits croquis représentent chacun une pyramide, en partie immergée dans une sphère liquide, en partie émergée ; à côté de ces croquis, on lit : « Je dis que le

(1) *Les Manuscrits de Léonard de Vinci*, Ms, F, fol. 69, verso.

(2) *Ibid.*, recto. — Cf. *Del moto e misura dell' acqua*, libro I, capitolo XXIII.

centre de gravité de la pyramide étant placé au centre du Monde, cette pyramide changera de centre de gravité si elle est ensuite en partie couverte par la sphère de l'eau ; et donnes-en exemple avec deux poids cylindriques égaux et semblables dont l'un soit à moitié dans l'eau et l'autre tout dans cette eau. Je dis que celui qui reste à moitié hors de l'eau est plus grave, comme il est prouvé. »

A une théorie formellement contraire aux lois de l'Hydrostatique, Léonard de Vinci en a substitué une autre qui ne s'accorde pas mieux avec les principes de cette science.

Cependant, c'est, semble-t-il, à cette occasion que Léonard fit une découverte qui donne une idée favorable de son talent de géomètre.

La théorie de la pesanteur développée par Albert de Saxe faisait un constant appel à la considération du centre de gravité des solides ; mais la recherche de tels centres de gravité n'avait presque jamais sollicité les efforts des géomètres. Dans ses immortels ouvrages, Archimède avait seulement enseigné comment on peut déterminer le centre de pesanteur de figures planes ; assurément, ses recherches sur les corps flottants nous montrent qu'il connaissait le centre de gravité du paraboloïde de révolution, mais le procédé par lequel il l'avait obtenu ne nous a pas été transmis. Pappus, tout en donnant la définition du centre de gravité pour des corps à trois dimensions, n'a ensuite traité de ce point qu'en des figures planes. C'est seulement au milieu du XVIe siècle que les travaux de Maurolycus et de Commandin ont inauguré l'étude du centre de gravité des solides.

Or Léonard de Vinci avait, d'un demi-siècle, précédé Maurolycus et Commandin, comme en témoigne cette courte note (1) :

« Le centre de toute gravité pyramidale est dans le

(1) *Les Manuscrits de Léonard de Vinci*, Ms. F, fol. 51, recto.

quart de son axe, vers la base ; et si tu divises l'axe en 4 [parties] égales et que tu entrecoupes deux des axes de cette pyramide, une telle intersection aboutira au susdit quart. »

Quelle démonstration avait fourni à Léonard ce beau théorème, que Maurolycus devait retrouver seulement en 1548 ? Nous en sommes réduits sur ce point aux conjectures que nous suggèrent les figures jointes à l'énoncé.

Libri a écrit (1), avec son inexactitude habituelle : « La figure qui accompagne sa note prouve que Léonard décomposait les pyramides en plans parallèles à la base, comme on le fait à présent. » En réalité, les *deux figures* dessinées par Léonard ne portent aucune trace de cette décomposition ; Léonard, en chacune d'elles, a simplement tracé les médianes des diverses faces du tétraèdre et les lignes qui joignent chaque sommet au point de concours des médianes de la face opposée. Par une démonstration que nous ignorons, il prouvait sans doute que le centre de gravité du solide se trouve sur la ligne joignant un sommet au centre de gravité de la face opposée ; le centre de pesanteur du tétraèdre se trouvait dès lors au point de concours des quatre lignes analogues, issues des quatre sommets.

Il n'est pas douteux que ce problème de géométrie ne se soit présenté à l'esprit de Léonard à propos de la théorie de la pesanteur donnée par Albert de Saxe ; nous avons vu, en effet, qu'au moment de discuter la doctrine de cet auteur, touchant les relations de la sphère solide, de son centre de gravité et de la sphère des eaux, Léonard de Vinci considérait un ensemble analogue où la terre ferme était précisément remplacée par une pyramide ; Marsile d'Inghen avait, de même, imaginé un clou.

D'ailleurs, parmi les questions qu'Albert de Saxe a

(1) Libri, *Histoire des Sciences mathématiques en Italie*, t. III, p. 41 ; 1840.

examinées, il en est peu qui aient, autant que la théorie de la figure de la terre et des mers, sollicité l'attention de Léonard ; cela se conçoit aisément ; le grand artiste était, en même temps, le plus savant ingénieur hydraulicien de son époque ; rien de ce qui touche à l'équilibre et au mouvement des eaux naturelles ne le pouvait laisser indifférent.

Dans ce cahier *F*, où sont consignées au jour le jour les réflexions que lui a suggérées la lecture d'Albert de Saxe, il consacre (1) tout un feuillet à répéter, sous des formes variées, l'argument d'Aristote et d'Adraste en faveur de la figure sphérique des mers :

« *Preuve que la sphère de l'eau est parfaitement ronde.* L'eau ne se meut pas d'elle-même si elle ne descend pas, et se mouvant d'elle-même, il suit qu'elle descend.

» *Aucune partie de la sphère de l'eau ne peut se mouvoir par elle-même, car elle est entourée d'eau d'égale hauteur qui l'enferme et elle ne la peut surpasser par aucun côté.* On en montre la preuve ici en marge. » Léonard dessine, en effet, une circonférence de cercle sur laquelle il marque un point *c* entre deux autres points *a* et *b* ; puis il ajoute : « Soit *c* une quantité d'eau entourée et enfermée par l'eau *ab* ; je dis, par les conclusions passées, que l'eau *c* ne se mouvra pas, parce qu'elle ne trouve pas de descente, selon la définition du cercle ; puisque *a* et *b* sont éloignés du centre du Monde comme *c*, il suit que *c* reste immobile. »

Les passages que nous venons de citer reflètent peut-être les considérations de Pline l'Ancien (2) ; ceux qui suivent (3) ont une plus grande analogie avec l'exposition d'Adraste, rapportée par Théon de Smyrne :

(1) *Les Manuscrits de Léonard de Vinci*, Ms. F, fol. 82, verso. — Cf. *Del moto e misura dell' acqua*, libro I, capitolo V.

(2) Le *Codice Atlantico* renferme une liste des livres que possédait Léonard ; on y voit figurer un Pline (Cf. E. Müntz, *Léonard de Vinci, l'artiste, le penseur, le savant*, p. 282).

(3) *Les Manuscrits de Léonard de Vinci*, loc. cit. — Cf. *Del moto e misura dell' acqua*, libro I, capp. VI, VII et VIII.

« Donné un plan d'eau, à la surface de la sphère de l'eau, les extrémités de ce plan s'en iront en son milieu.

« Le grave sphérique, placé à l'extrémité du plan parfait (fig. 96), ne s'arrêtera pas, mais s'en ira tout de suite au milieu du plan. »

Les pensées esquissées en ce feuillet sont fréquemment reprises par Léonard. La première forme donnée à la preuve de la sphéricité des mers, celle qui paraît refléter

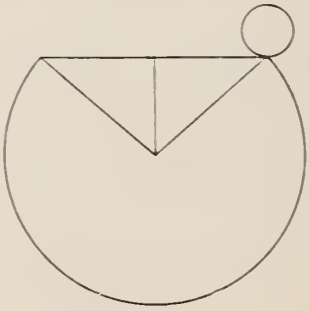


fig. 96.

le raisonnement de Pline, se retrouve, plus développée, dans le fragment suivant (1) :

« Tout élément flexible et liquide a, par nécessité, sa surface sphérique. On le prouve avec la sphère de l'eau, mais d'abord il faut poser quelques conceptions et conclusions.

« Cette chose est plus haute qui est plus éloignée du centre du Monde, et celle-là est plus basse qui est plus voisine de ce centre. L'eau ne se meut pas de soi si elle ne descend pas, et se mouvant, elle descend. Que ces quatre conceptions, placées deux à deux, me servent à prouver que l'eau qui ne se meut pas de soi a sa surface équidistante du centre du Monde (en ne parlant pas des

(1) *Les Manuscrits de Léonard de Vinci*. Ms. F. fol. 27, recto, et fol. 26, verso. — Cf. *Del moto e misura dell' acqua*, libro I, capitolo IV.

gouttes ou autres petites quantités qui s'attirent l'une l'autre, comme l'acier sa limaille, mais des grandes quantités).

« Je dis qu'aucune partie de la surface de l'eau ne se meut de soi-même, si elle ne descend pas ; donc la sphère de l'eau n'ayant en aucune partie de surface à pouvoir descendre, il est nécessaire par la première conception qu'elle ne se meuve pas d'elle-même. Et si tu considères bien toute minime particule de cette surface, tu la trouveras entourée d'autres particules semblables, qui sont à égales distances entre elles du centre du Monde, et à cette même distance est cette particule qu'entourent les autres ; donc, par la troisième conception, la particule de l'eau ne se mouvra pas d'elle-même parce qu'elle est entourée de bords d'égales hauteurs. Ainsi chaque cercle de telles particules se fait vase pour la particule que contient ce cercle, vase qui a le circuit de ses bords de hauteur égale ; ainsi est cette particule par rapport aux autres particules semblables qui composent la surface de la sphère de l'eau. Nécessairement, elle sera par elle-même sans mouvement ; et, par conséquent, chacune étant à égale hauteur du centre du Monde, nécessité fait que cette surface est sphérique... »

Ce n'est plus l'influence de Pline, mais celle d'Adraste et de Théon, perçue au travers des *Questions* d'Albert de Saxe, que nous reconnaissons en ce passage (1) :

« Si la terre était sphérique, aucune partie n'en serait découverte par la sphère de l'eau. »

Celui-ci (2) semble immédiatement emprunté à Pierre d'Ailly :

« Il ne se trouvera pas de terre plane sur laquelle l'eau ne soit pas de figure convexe, et réunie au milieu de cette surface plane ; et cette eau n'aura jamais de mouve-

(1) *Les Manuscrits de Léonard de Vinci*, Ms. F, fol. 52, verso.
(2) *Ibid.*

ment vers les extrémités de cette plaine. Donc sur une surface parfaitement plane, il peut y avoir de l'eau de diverses profondeurs. »

Une figure (fig. 97) représente un plan qui coupe une partie de la sphère terrestre ; sur ce plan, une masse d'eau est posée, que termine une calotte sphérique concentrique à la Terre. Au-dessous de cette figure, Léonard écrit : « Ce qui paraît ici plan est mont escarpé. » Puis il continue en ces termes :

« Il est impossible de trouver aucune partie plane sur la surface de n'importe quelle grande étendue d'eau.

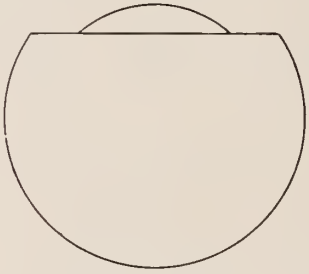


fig. 97.

» Perpétuels sont les bas lieux du fond de la mer, et les cimes des monts sont le contraire ; il suit que la Terre se fera sphérique et toute couverte des eaux, et sera inhabitable. »

Cette dernière phrase est textuellement traduite d'Albert de Saxe.

Albert de Saxe n'avait pas seulement reproduit les arguments d'Aristote et d'Adraste en faveur de la sphéricité de la Terre ; il y avait joint certains corollaires, de forme paradoxale, tirés de cette proposition ; ces corollaires, eux aussi, avaient attiré l'attention de Léonard de Vinci ; les réflexions qu'ils lui avaient suggérées remplissent tout un feuillet (1) de ses notes.

(1) *Les Manuscrits de Léonard de Vinci*, Ms. F, fol. 85, recto.

« L'homme qui chemine, dit Léonard, répétant ce qu'avait écrit Albert de Saxe, va plus vite avec la tête qu'avec les pieds.

» L'homme qui, cheminant, traverse tout un endroit plat, va penché, d'abord en avant, puis autant en arrière (1). »

Albert de Saxe avait remarqué que si l'on construisait deux tours au fil à plomb, les couronnements s'écarteraient d'autant plus que les deux tours seraient plus hautes. Léonard retourne, en quelque sorte, cette remarque. Il mène, en un certain lieu de la Terre, la verticale de ce lieu ; puis, de part et d'autre de ce lieu, à une certaine distance, il imagine qu'on élève deux tours parallèles à cette verticale et, par conséquent, parallèles entre elles. Il montre que ces deux tours devront forcément s'écrouler, si elles sont assez hautes. Le passage a une importance capitale ; reproduisons-le textuellement :

« *Si l'on fait deux tours en continuelle droiture, et que les espaces compris entre elles soient parallèles, il est sans doute que les deux tours s'écrouleront l'une contre l'autre, si la construction continue toujours avec une égale hauteur pour chacune des deux tours.*

» Soient (fig. 98) les deux verticales des deux points B et C, se continuant en continuelle droiture. Si elles coupent une de ces tours en CG et l'autre en BF, il suit que ces lignes ne passent pas par le centre de gravité de leur longueur ; donc KLGC, partie de l'une, pèse plus que son reste CGD et, de choses inégales, l'une l'emporte sur l'autre ; de sorte que, par nécessité, le plus grand poids de la tour entraînera toute la tour opposée ; et l'autre tour fera de même, à l'inverse de la première. »

Au-dessous du croquis que reproduit la fig. 98, Léonard trace un autre croquis, fort analogue, où les deux tours cylindriques sont remplacées par deux pyramides très

(1) C'est un lapsus. Il faudrait dire : « d'abord en arrière, puis autant en avant ».

élevées, et il écrit : « Les axes des deux pyramides étant parallèles, si elles sont de grande hauteur, elles tomberont l'une contre l'autre. »

En cherchant à présenter sous une forme un peu différente une conclusion d'Albert de Saxe, Léonard a fait usage de ce théorème que nul ne paraît avoir énoncé avant lui : Pour qu'un corps pesant, reposant sur le sol,

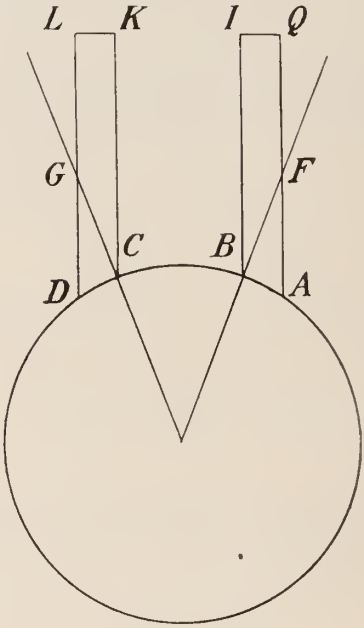


fig. 98.

demeure en équilibre, il faut et il suffit que le centre de gravité de ce corps ne se projette pas en dehors de sa base.

Léonard peut, à bon droit croyons-nous, être regardé comme l'inventeur de ce théorème ; mais, chose bien digne de remarque, ce théorème n'est vrai que si l'on attribue à la pesanteur, en tout point du corps, même grandeur et même direction ; cependant, Léonard le

découvre en traitant un problème ou non seulement il tient compte de la convergence des verticales, mais où, qui plus est, il se propose de justifier une conséquence de cette convergence. Nous aurions souvent, au cours du présent Chapitre, à répéter une remarque semblable ; la plupart des propriétés mécaniques du centre de gravité ont été découvertes par des considérations où la convergence des verticales jouait un rôle essentiel ; et cependant, elles n'étaient exactes qu'à la condition de traiter les verticales comme parallèles.

Le théorème dont nous venons de parler a une grande importance ; les applications en sont innombrables ; dans le fragment que nous avons cité, Léonard en a fait seulement un usage bien spécial ; a-t-il entrevu toute la généralité de la proposition qu'il a découverte en ce cas si particulier ? On n'en saurait douter.

Léonard réclame sans cesse du peintre qu'il soit un esprit universel ; il l'était lui-même au plus haut degré. Il était universel, mais non pas à la façon de ces gens qui juxtaposent une foule de connaissances disparates entre lesquelles n'existe aucun lien. Nul, au contraire, n'a senti plus vivement à quel point sont solidaires les unes des autres les diverses branches du savoir humain. Aussitôt qu'une vérité lui apparaissait en l'un des domaines où s'exerçait son activité intellectuelle, il apercevait le reflet de cette vérité en chacun des autres domaines qu'explorait son esprit. En même temps qu'il tire des *Questions* d'Albert de Saxe des pensées propres à composer le *Traité de l'Eau* qu'il a l'intention d'écrire, il jette sur les feuillets de son cahier de notes le brouillon de certains chapitres du *Traité de la Peinture* (1) ; ou bien encore il revient à l'étude du vol des oiseaux, sujet constant de ses méditations. Aussi, dès là que la démonstration de la sphéricité

(1) Comparez, par exemple, le Ms F, fol. 1, verso, et le Chapitre XXIV du *Traité de la Peinture* (Edition de 1651).

des mers l'a amené à concevoir une propriété du centre de gravité, il en tire aussitôt des règles utiles au peintre qui veut donner à ses personnages une pose raisonnée ; ou bien encore il en déduit l'explication des diverses allures des oiseaux.

Nous avons déjà vu Léonard, commentant les corollaires d'Albert de Saxe, soucieux des applications que l'on en pourrait faire à la station de l'homme : « L'homme qui, cheminant, traverse tout un endroit plat, va penché d'abord en arrière, puis autant en avant. » Mais si l'on veut connaître toute la portée de ce théorème : Un grave reposant sur le sol ne peut être en équilibre lorsque son centre de gravité se projette en dehors de sa base ; si l'on désire savoir comment il explique les diverses postures de l'homme et des animaux, il nous faut abandonner le cahier *F*, que nous avons presque exclusivement étudié jusqu'ici, et feuilleter le cahier que Venturi a désigné par la lettre *A*.

Le cahier *A* est postérieur au cahier *F*. Léonard y corrige parfois certaines hypothèses qu'il avait émises au cahier *F* (1). Il n'est guère de question, traitée au cahier *F*, à laquelle Léonard ne revienne dans les notes qui composent le cahier *A*. En particulier, la théorie de la figure de la Terre et de la convergence des verticales, sur laquelle les *Quæstiones* d'Albert de Saxe ont appelé l'attention du grand peintre, sont l'objet de maintes réflexions dans le nouveau manuscrit.

En voici une (2) qui est presque la traduction littérale de l'une des conclusions d'Albertutius :

« Si tu fais une tour de 400 brasses et que tu la plombes avec des fils, elle te sera plus étroite du pied que de la tête, et formera un commencement de pyramide. »

(1) Voir P. Duhem, *Thimon le Juif et Léonard de Vinci* (cet article paraîtra prochainement dans le BULLETIN ITALIEN).

(2) *Les Manuscrits de Léonard de Vinci*, Ms. A de la Bibliothèque de l'Institut, fol. 20, verso.

Léonard pense, d'ailleurs, qu'il serait possible de mesurer cette différence d'écart entre deux verticales au sommet et à la base d'une tour, et d'en déduire la longueur du rayon terrestre.

Parmi ces pensées, visiblement suggérées par la lecture d'Albert de Saxe, se trouvent des réflexions au sujet du rôle que le centre de gravité joue en Statique ; telle celle-ci (1) :

« Le corps sphérique parfait, placé sur un plan parfait, n'aura aucun mouvement (2) si tu ne lui en donnes pas. Et la raison en est que toutes ses parties sont à égale distance du centre ; par suite, il reste toujours en balance, et la balance qui a ses bras égaux de poids et de longueur reste sans mouvement ; si le dit corps sphérique a ses deux moitiés égales l'une à l'autre, il reste, lui aussi, sans mouvement. »

Léonard ne rattache pas seulement à la considération du centre de gravité certaines règles de Statique ; il veut également découvrir à ce point certaines propriétés dynamiques ; mais la Dynamique est trop peu avancée, au moment où il écrit, pour que ces dernières intuitions découvrent la vérité.

Lorsque le centre de gravité d'un corps posé sur le sol se projette hors de la base qui soutient ce corps, le grave cesse d'être en équilibre, il se meut, il tombe ; et il tombe précisément du côté où l'entraîne la partie la plus lourde, celle qui contient le centre de gravité. De cette remarque, vraie pour un grave sans vitesse initiale, Léonard prétend faire une loi générale du mouvement ; cette loi, il y fait de fréquentes allusions dans ses notes.

« Toute chose, dit-il (3), qui se trouve sur un sol plan

(1) Cette proposition paraît en contradiction avec celle que Léonard a formulée précédemment (Ms. F, fol. 82, verso). Ici, Léonard néglige la convergence des verticales dont, alors, il tenait compte.

(2) *Les Manuscrits de Léonard de Vinci*, Ms. A, fol. 22, recto.

(3) *Ibid.*, Ms. A, fol. 21, verso.

et parfait de telle sorte que son pôle ne se trouve pas entre des parties d'égal poids, ne s'arrête jamais ; un exemple s'en voit dans ceux qui glissent sur la glace et qui ne s'arrêtent jamais, si les parties ne deviennent pas équidistantes à leur centre.

» Tout grave (1) se meut du côté où il pèse le plus... La partie la plus lourde des corps qui se meuvent dans l'air se fait guide de leur mouvement.

» La partie la plus lourde (2) de tout corps mû sera guide de son mouvement. »

En insistant sur ces propriétés statiques ou dynamiques du centre de gravité, Léonard a pour principal objet l'explication des allures que prennent les êtres animés, soit qu'ils demeurent en repos, soit qu'ils se meuvent. Nous en avons pour témoins ces réflexions, insérées au cahier *A* (3), et dont la première résout un problème déjà posé dans les *Questions mécaniques* d'Aristote :

« Celui qui est assis ne peut pas se lever de son siège si la partie qui est en avant du pôle ne pèse pas plus que celle qui est en arrière de ce pôle, sans se servir de ses bras.

» Celui qui monte en un lieu quelconque doit donner une plus grande partie de son poids en avant de son pied le plus élevé qu'en arrière, c'est-à-dire en avant du pôle qu'en arrière du pôle ; donc l'homme donnera toujours une plus grande partie de son poids du côté vers lequel il désire se mouvoir qu'en aucun autre lieu.

» Celui qui court plus penche plus vers le lieu où il court et il donne plus de son poids en avant de son pôle qu'en arrière, de sorte que celui qui court en montant le fait sur les pointes des pieds, et celui qui court en plaine va d'abord sur les talons, et puis sur la pointe des pieds.

(1) *Les Manuscrits de Léonard de Vinci*, Ms. E de la Bibliothèque de l'Institut, fol. 57, recto.

(2) *Ibid.*, Ms. H, fol. 115 [28] recto.

(3) *Ibid.*, Ms. A, fol. 28, verso.

» Celui-ci ne portera pas son poids, s'il ne fait pas équilibre au poids de devant en se renversant en arrière, de façon que toujours le pied qui pose se trouve au milieu du poids. »

Et Léonard poursuit en ébauchant (1) un des chapitres qui figureront au *Traité de la Peinture ;* nous y voyons que lorsqu'une « figure pose sur un pied, ce pied se fait centre du poids placé au-dessus ».

Ces considérations sur la posture des êtres animés, on les trouve, dans le cahier *A*, à côté de notes qui révèlent l'influence d'Albert de Saxe ; elles y ont la forme sommaire et imparfaite du premier jet. Pour les trouver plus parfaites et plus développées, il suffit que l'on consulte le *Traité de la Peinture*. Là, se rencontrent de multiples variantes de cette proposition (2) : « L'homme qui chemine aura le centre de sa pesanteur sur le centre de la jambe qui pose à terre » ; en sorte que « Le poids de l'homme (3) qui se tient planté sur une de ses jambes seulement sera toujours esgalement partagé aux deux costez de la perpendiculaire ou ligne centrale qui le soustient. »

« Tousjours (4) la figure qui soustient le poids sur soy et sur la ligne centrale de la masse de son corps, doit jeter autant du poids naturel ou accidentel de l'autre côté opposite, qu'il en faudra pour parfaire le balancement du poids égal autour de la ligne centrale (5) qui part du centre de la partie du pied [du centre de pesanteur de l'homme] (6) qui porte la charge, et laquelle passe au travers de la masse entière du poids, et tombe sur cette

(1) *Les Manuscrits de Léonard de Vinci*, Ms. A, fol. 28, verso et fol. 29, recto.

(2) *Traité de la Peinture* de Léonard de Vinci, donné au public et traduit de l'italien en français par R. F. S. D. C. [Roland Fréart, sieur de Chambray] ; à Paris, de l'Imprimerie de Jacques Langlois, MDCLI ; ch. CCII, p. 66.

(3) Id., *ibid.*, ch. CCI, p. 66.

(4) Id., *ibid.*, ch. CCVI, p. 68.

(5) Ligne centrale = ligne qui va au centre de la Terre, verticale.

(6) La phrase de Léonard contient un lapsus évident ; nous avons rétabli le sens entre [ ].

partie du pied qui pose à terre. On voit ordinairement qu'un homme qui lève un fardeau avec un des bras estend naturellement au delà de soy son autre bras, et si cela ne suffit pas à faire contrepoids, il y met encore de son propre poids en courbant le corps autant qu'il faut pour estre bastant à soûtenir le fardeau dont il est chargé ; on voit encore que celuy qui s'en va tomber estend tousjours l'un de ses bras, et le porte vers la partie opposite. » — « Il faut ici (1) remarquer que le poids du corps de l'homme tire d'autant plus que le centre de la pesanteur est esloigné du centre de l'axe qui le soustient. »

On pourrait multiplier ces citations; elles nous montreraient Léonard constamment préoccupé de la situation que le centre de gravité du corps occupe par rapport à la base qui le supporte.

La Bibliothèque Vaticane possède une copie fort complète du *Traité de la Peinture* ; les croquis qui ornent cette copie et qui sont, sans doute, de grossières imitations des dessins de Léonard, représentent des figures humaines en des postures variées ; toujours une ligne verticale les traverse, montrant que le centre de gravité se projette à l'intérieur de la surface par laquelle l'homme repose sur le sol. Cette ligne verticale a été conservée en quelques-uns des dessins que Nicolas Poussin exécuta pour l'édition italienne et l'édition française données en 1651.

Léonard de Vinci, au *Traité de la Peinture*, n'use point seulement des propriétés statiques du centre de gravité ; il invoque également et applique les propriétés dynamiques qu'il lui attribue, et qu'il énonce ainsi (2) :

« L'arrest ou la cessation du mouvement en un animal, lequel se tient sur ses pieds, vient de l'équation

(1) *Le Traite de la Peinture* de Léonard de Vinci. ch. CCVII. p. 68.
(2) Id., *ibid.*

ou privation de l'inégalité qu'ont entre eux les poids opposez, lesquels se soustiennent sur leurs propres poids.

» Tout mouvement (1) est produit par la rupture de l'équilibre, c'est-à-dire de l'égalité, parce qu'il n'y a aucune chose qui se meuve d'elle-mesme sans qu'elle sorte de son équilibre, et le mouvement est d'autant plus prompt et plus violent que la chose se retire d'avantage de son équilibre. »

Nous retrouvons ici la pensée que Léonard avait rapidement esquissée dans ses notes, et qu'il avait appliquée aux patineurs : Pour qu'un corps se meuve sur un plan horizontal, il faut que le centre de gravité de ce corps se projette en avant de la base ; et plus il se projette loin en avant de cette base, plus le mouvement est rapide.

C'est ce principe que Léonard invoque en l'étude « du mouvement des animaux et de leur course (2). La figure qui se montrera plus viste en sa course sera celle qui tombera d'avantage sur le devant. Le corps qui se meut soy-mesme aura d'autant plus de vistesse que le centre de sa pesanteur sera esloigné du centre de son soustien. »

C'est au vol des oiseaux que Léonard applique le plus volontiers les propriétés dynamiques qu'il attribue au centre de gravité : *De la manière de s'équilibrer*, lisons-nous dans ses notes (3) : « Toujours la partie la plus lourde des corps est celle qui se fait guide de leur mouvement. » De cette pensée, nous trouvons le développement dans le *Traité de la Peinture* (4) : « Cecy est dit principalement pour le mouvement des oyseaux lesquels, sans aucun battement d'aisles ou sans estre aidez du vent, se remuënt d'eux mesmes, et cela arrive quand le centre de leur pesanteur est hors du centre de leur soustien, c'est à dire hors

(1) *Le Traité de la Peinture* de Léonard de Vinci, ch. CCVIII, p. 69.
(2) Id., *ibid.*, ch. CCXCIX, p. 99.
(3) *I Manoscritti* di Leonardo da Vinci, *Codice sul volo degli ucelli*. Paris, 1893 ; fol. 16 [15], verso ; cf. fol. 4, verso.
(4) *Le Traité de la Peinture* de Léonard de Vinci, ch. CCXCIX, p. 99.

du milieu de l'estendue de leur (*sic*) aisles ; parce que si le milieu de deux aisles est plus [en avant ou] en arrière que le milieu ou le centre de la pesanteur de tout l'oyseau, alors cet oyseau portera son mouvement en haut ou en bas, mais d'autant plus ou moins en haut ou en bas, que le centre de la pesanteur sera plus loin ou plus près du milieu des aisles : c'est à dire que le centre de la pesanteur estant esloigné du milieu des aisles, il fait que la descente de l'oyseau est fort oblique, et si ce centre est voisin des aisles, la descente de l'oyseau aura peu d'obliquité. »

Les propriétés dynamiques attribuées par Léonard au centre de gravité lui ont fourni la première solution qu'il ait proposée du problème du plan incliné ; de cette solution, qu'il obtient par un procédé où l'on croit reconnaître l'influence de Pappus, il a donné plusieurs rédactions ; celle que nous avons relatée au chapitre II et celle que nous avons reproduite au chapitre V, § 3, se rencontrent au cahier *A*, tout à côté des artifices que Léonard imagine (1) pour déduire le rayon de la terre de l'obliquité des verticales, en la page même (2) où se trouve énoncé ce principe : « Toute chose qui se trouve sur un sol plan et parfait, de telle sorte que son pôle ne se trouve pas entre des parties d'égal poids, ne s'arrête jamais. » Cette solution du problème du plan incliné est d'ailleurs une application de ce principe, dont le précédent est un cas particulier : « Le corps qui se meut de soy-mesme aura d'autant plus de vistesse que le centre de sa pesanteur sera esloigné du centre de son soustien ». L'influence de Pappus, répétons-le, semble bien reconnaissable en cette solution ; mais la lecture des *Quæstiones* d'Albert de Saxe n'y est pas, non plus, étrangère ; elle se marque par cette phrase dont Léonard l'a fait précéder : « Tout corps

(1) *Les Manuscrits de Léonard de Vinci*. Ms. A, fol. 20, verso.
(2) *Ibid.*, Ms. A, fol. 21, verso.

pesant désire tomber au centre et l'opposition qui est la plus oblique lui fait le moins de résistance. » Cette phrase, en effet, résume fidèlement ce qu'Albertutius a écrit à l'encontre de la notion de gravité *secundum situm* et des principes de l'École de Jordanus.

Il y a plus, et l'on peut se demander si ces tentatives de Léonard au sujet du plan incliné ne lui ont pas été suggérées par la lecture d'une certaine *Question* d'Albert de Saxe touchant la *Physique* d'Aristote ; voici, en effet, ce que nous trouvons dans ce livre (1), dont aucune note de Léonard ne semblait, jusqu'ici, révéler l'influence :

« Supposons un espace vide entre le ciel et la Terre, et une surface équidistante du centre ; sur cette surface, posons deux sphères pesantes, l'une *a* et l'autre *b*, et supposons la sphère *a* plus lourde que la sphère *b*. Une vertu quelconque, si faible soit-elle, pourrait mouvoir ces deux sphères sur cette surface avec une facilité infinie. On le prouve ; chacune de ces sphères toucherait la surface en un point ; dès lors, chacun des deux hémisphères opposerait son poids au poids égal de l'autre, comme deux poids en équilibre ; dès lors, comme un excès de puissance, si faible soit-il, suffit au mouvement, n'importe quelle puissance pourrait mouvoir chacune de ces sphères avec une aisance infinie...

» Si un plan était posé transversalement dans le vide, et si l'on plaçait sur ce plan un grave simple et sphérique, ce grave descendrait sur ce plan avec une vitesse finie. Cela est évident car, ne pouvant descendre en ligne droite, il descendrait en roulant ; une partie de la sphère aurait à élever l'autre ; alors cette partie, qui se trouverait élevée par violence, tiendrait lieu de résistance. »

(A suivre.) P. Duhem.

(1) Alberti de Saxonia *Quæstiones in octo libros Physicorum* ; in librum IV quæstio XII.

LA CRISE DU LIBRE-ÉCHANGE

EN ANGLETERRE

ET SES CONSÉQUENCES

Il a paru intéressant de grouper et de publier sous ce titre les travaux présentés à la *Section économique* de la *Société scientifique de Bruxelles* lors de sa session des 2, 3 et 4 mai 1905. L'importance théorique et pratique du mouvement néo-protectionniste y conviait. La personnalité et la compétence des rapporteurs font de l'ensemble des rapports réunis ici une contribution des plus instructives à l'étude d'un problème qui préoccupera longtemps l'opinion publique, les spécialistes, les gouvernements.

Dans une conférence d'introduction M. Blondel, professeur à l'École des Hautes Études commerciales de Paris, a parlé de la politique commerciale en général et des voies diverses dans lesquelles l'Angleterre s'est engagée aux siècles précédents à la conquête de la suprématie industrielle.

M. Ch. Dejace, professeur d'économie politique à l'Université de Liége, a décrit la crise du libre-échange.

Jadis forteresse intangible de l'économie classique, la doctrine du libre-échange, abandonnée en fait presque partout, se voit menacée par les Anglais eux-mêmes qui en furent longtemps les défenseurs. M. Dejace ne croit pas que le néo-protectionnisme puisse guérir les tares du

régime industriel de la Grande-Bretagne ; il croit qu'on doit se résigner en Angleterre à voir l'essor économique des grandes nationalités nouvelles — et persévérer dans le *libre accueil* des produits étrangers, régime de concurrence et de progrès, et seul digne de la nation qui fut le berceau de la science économique.

Abordant la tribune de notre Société le 3 mai, M. Achille Viallate, professeur à l'École des Sciences politiques de Paris, a envisagé la question protectionniste du point de vue de l'équilibre politique international et a montré l'Angleterre obligée à renoncer au « splendide isolement » et à orienter dans des voies nouvelles sa politique mondiale. Il a montré les impossibilités pratiques du plan impérialiste de Chamberlain. Ce point acquis, il a marqué ses sympathies pour un rapprochement anglo-français, rapprochement favorable à la fois aux intérêts politiques et aux intérêts économiques du Royaume-Uni.

M. Emmanuel de Meester, député d'Anvers, qui succéda à M. Viallate, s'est placé au point de vue des intérêts industriels et commerciaux de la Belgique et de l'avenir du port d'Anvers. Les conclusions documentées de ce rapport ingénieux ont été optimistes, et, point à noter, se rencontrent avec celles du rapport de M. Paul de Laveleye, directeur du MONITEUR DES INTÉRÊTS MATÉRIELS. Celui-ci, absent au moment de la session, a pu envoyer son rapport à temps pour l'impression. Ce travail technique est l'examen objectif et précis des conditions que ferait à une industrie étudiée particulièrement — l'industrie sidérurgique — l'abandon par l'Angleterre du libre-échange sans réciprocité.

La séance du 4 mai a été consacrée à la discussion des rapports. Notre confrère M. Éd. Van der Smissen, qui avait préparé la session en l'absence du secrétaire M. A. Nerincx, fut invité à ouvrir le débat (1).

(1) Nous publions sa communication à la suite des rapports.

Après avoir constaté qu'il faudra bientôt fournir des ressources nouvelles au budget britannique, M. Van der Smissen a exprimé le vœu de voir prévaloir une conception nouvelle, compréhensive et libérale, des traités de commerce. Il a souhaité que l'Angleterre pratiquât la politique des traités de commerce ainsi compris — traités favorables au commerce et n'établissant que des droits légers sur les produits de l'industrie.

La discussion s'est poursuivie ensuite entre les différents rapporteurs. Y ont pris part aussi, MM. Henry Carton de Wiart, Georges Dubois, Mansion, Van der Smissen et Léon Joly, président de la Ve section. Les soins mêmes que les conférenciers avaient apportés à documenter leurs travaux, à étayer leurs conclusions interdisaient d'espérer l'apport final de points de vue nouveaux. Il convient cependant de signaler la constatation si topique de M. Mansion au sujet de l'insuffisante formation technique de nombre d'Anglais (1) et l'intervention de M. Carton de Wiart au sujet du rôle des traités commerciaux dans l'avenir. Comme l'honorable député l'a fait remarquer, le gouvernement de l'Empire allemand, en négociant les récents traités de commerce, a poursuivi le maintien de l'équilibre entre la population des campagnes et celle des villes dans l'intérêt de la race ; c'est bien le traité compréhensif dont il a été question, l'œuvre d'un gouvernement conscient de fins supérieures.

(1) Voir l'appendice, à la fin de l'article.

I

L'ÉVOLUTION ÉCONOMIQUE DE L'ANGLETERRE

AU XIXe SIÈCLE

—

Les questions de politique commerciale tiennent aujourd'hui une place considérable dans les préoccupations de toutes les nations civilisées. Les rapprochements entre les peuples, comme les guerres et les conflits de toute sorte, sont dominés par des considérations économiques. Ce n'est plus seulement par la force des armes que se décident aujourd'hui les victoires : un combat décisif est engagé sur toutes les mers, dans tous les ports, dans toutes les usines de l'univers, et il semble que nous soyons arrivés à une heure où les nations vont prendre, pour longtemps sans doute, leur place dans le monde.

Il n'y a pas de pays en Europe pour lequel les questions de politique commerciale aient plus d'importance que pour l'Angleterre. L'Angleterre est encore actuellement le pays le plus commerçant du monde. Le chiffre total de son commerce extérieur est de près de 20 milliards de francs ! il est plus que double du commerce de la France et très supérieur encore à celui de l'Empire allemand (1). Mais les statistiques permettent de reconnaître que la situation de l'Angleterre dans le monde n'est plus ce qu'elle était jadis. Les pays sur lesquels elle avait une forte avance gagnent du terrain.

(1) D'après l'Office du Commerce de Londres, le commerce général de l'Angleterre s'est élevé en 1904 à 19 milliards 546 millions de francs, celui de l'Allemagne à 14 milliards 528 millions, celui des États-Unis à 12 milliards 820 millions, celui de la France à 9 milliards 11 millions. — Viennent ensuite la Belgique avec 4674 millions, l'Autriche avec 4285 millions, les Indes anglaises avec 4216 millions, l'Italie avec 3470 millions ; puis la Hollande, la Suisse, le Japon, l'Espagne, etc.

Deux peuples surtout sont devenus pour elle des concurrents redoutables : l'Allemagne et les États-Unis. Les États-Unis lui ont déjà enlevé la triple royauté de la houille, du fer, de l'acier ; ils menacent aussi de la dépasser bientôt pour l'industrie textile. Quant à l'Allemagne, elle s'est depuis quelques années couverte d'usines et de fabriques de toutes sortes. Ses compagnies de navigation l'emportent maintenant sur les compagnies anglaises. Et, pour les machines électriques comme pour l'industrie chimique, elle a conquis le premier rang (1). Et, à côté des États-Unis et de l'Allemagne, de petits pays comme la Suisse ou la Belgique ont su déjà conquérir une place importante sur les marchés les plus lointains.

La politique commerciale suivie par l'Angleterre est-elle responsable en quelque mesure de ce déclin relatif ? C'est là un grave problème, qui divise les meilleurs esprits. En admettant d'ailleurs que le libre-échange auquel l'Angleterre est demeurée jusqu'ici fidèle, soit coupable, est-il certain qu'un changement de politique commerciale rendrait à l'Angleterre une prépondérance qu'elle a sans doute à jamais perdue ? Que faut-il penser des admonestations de ceux qui prétendent qu'elle doit, au risque de passer par une période de transition difficile, ne pas hésiter à abandonner des conceptions économiques qui n'ont plus leur raison d'être et chercher son salut dans une « sorte de volte-face qui provoquera sans doute, suivant l'expression de M. L. Luzzati, la plus grande lutte économique qu'on ait jamais vue ? »

Bien qu'on ait prodigieusement écrit et discouru depuis quelques années sur ce grave sujet, la lumière n'est pas faite dans les esprits. Les débats qui se sont déroulés au Parlement britannique, dans la presse quotidienne, dans les revues, et qui ont amené dans quelques clubs des démis-

(1) Voir mon livre sur l'*Essor industriel et commercial du peuple allemand*, 3e édition.

sions sensationnelles ont bouleversé les anciens partis et déterminé de nouveaux groupements. Chacun sent aujourd'hui en Angleterre qu'il ne s'agit même pas d'un problème purement économique, que c'est la situation politique même du royaume qui est en jeu.

Pour comprendre les difficultés avec lesquelles nos voisins se trouvent aux prises, il est nécessaire de connaître, au moins dans ses traits essentiels, l'évolution économique de l'Angleterre dans les temps modernes.

L'Angleterre fut pendant des siècles un pays essentiellement agricole. En dépit d'une situation géographique privilégiée, qui semblait devoir l'orienter vers les entreprises commerciales, les Anglais ne se préoccupèrent d'abord que fort peu des expéditions maritimes dans lesquelles ils furent devancés par les Espagnols, par les Portugais, par les Français, et c'est une erreur de prétendre que le peuple anglais est colonisateur et marin par tempérament. L'Anglais voyage sans doute aujourd'hui beaucoup, mais au fond il est essentiellement amoureux de certaines habitudes, il tient à un confort de la vie que pendant longtemps il n'a trouvé que chez lui, *at home ;* on peut même affirmer qu'il s'adapte difficilement aux peuples et aux pays étrangers que souvent il ne comprend pas.

Se trouvant mal chez les autres, il le laisse voir et ne se fait pas aimer d'eux. C'est chez lui, et chez lui seulement, qu'on peut le juger équitablement et apprécier ses réelles qualités.

Ce sont des circonstances accidentelles qui, à la fin du XVIe siècle, sous le règne d'Élisabeth, poussèrent l'Angleterre à devenir une puissance maritime. La principale de ces circonstances, ce sont les luttes religieuses qui attirèrent en Angleterre à la fois des artisans flamands et huguenots, et ce sont ces nouveaux venus (plus habiles que les ouvriers indigènes) qui ont imprimé une vive impulsion à l'industrie et au commerce.

Mais il convient d'ajouter que les souverains anglais eurent la sagesse de s'intéresser aux entreprises industrielles et commerciales ; ils prirent part à quelques-unes d'entre elles, ils favorisèrent maintes fois la formation de grandes compagnies de négociants.

L'aristocratie, de son côté, à la différence de l'aristocratie française ou allemande, pressentit de bonne heure l'importance que le commerce devait prendre dans la vie des nations. Elle se mêla à toutes sortes d'entreprises, ce qui lui permit d'accroître ses revenus, et de ne pas mendier les faveurs de la couronne pour tenir son rang parmi les autres classes sociales.

Cette participation de la noblesse et de la haute bourgeoisie à l'activité commerciale grandissante a encore aujourd'hui son contre-coup dans les discussions et les conflits de l'heure présente.

Il importe aussi de se rappeler les origines de cet immense Empire britannique qui ne compte pas moins de 397 millions d'habitants, sans compter l'Égypte et le Soudan, et renferme par conséquent plus du quart de la population du globe (1). Ces origines ont été modestes. L'Empire britannique diffère à ce point de vue des autres empires qui se sont élevés au cours du temps, qui ont été le fruit de conceptions politiques ou militaires et ont été organisés par des conquérants, aidés par quelques hommes d'État.

L'Empire britannique s'est formé peu à peu sans idée préconçue, sans plan d'action, quelquefois contre le sentiment de la nation.

L'histoire des colonies de l'Amérique, de l'Inde, de l'Australie, de la Nouvelle-Zélande est significative à cet égard.

Ce sont des colons, des trafiquants, des flibustiers, quelquefois des réfugiés politiques, des évadés de prison,

(1) Chiffres de 1902 : *Statesman's Yearbook*, 1905, p. 14.

des déserteurs qui en sont les fondateurs. Les uns cherchaient la liberté, d'autres la fortune. Les uns étaient partis en maudissant leur pays d'origine, les autres n'avaient d'autre idée que de gagner de l'argent. Aucun, parmi ces émigrants, ne songeait à doter l'Angleterre d'un Empire.

A l'origine de la constitution de cet Empire britannique on ne trouve donc aucun plan arrêté; de même qu'on n'aperçoit aucun conquérant de génie.

Le sentiment de l'intérêt, tel fut le principal mobile des agissements des premiers colons, et ce sont en définitive les colons eux-mêmes qui ont été les auteurs des constitutions coloniales dont on a dit faussement qu'elles étaient « l'œuvre du génie clairvoyant de l'Angleterre ».

Les colonies anglaises se sont constituées sur la base d'un régime décentralisateur.

Le gouvernement britannique leur laissa, en outre, il ne faut pas l'oublier non plus, la charge et la responsabilité de leur propre administration. C'était en quelque sorte le prix du marché par lequel les colons obtenaient d'être admis au rang de « sujets de Sa Majesté ».

Il convient toutefois de reconnaître que les nations qui colonisent avant de conquérir finissent par imiter les nations qui conquièrent avant de coloniser. Et cela pour une raison bien simple. C'est parce qu'elles se trouvent les unes et les autres à la tête d'un domaine qui est l'objet de certaines convoitises et qu'il faut défendre et dont on désire instinctivement tirer profit.

C'est ce qui est arrivé pour la Grande-Bretagne. Les Anglais reconnurent bientôt que ces colonies qui s'étaient peu à peu formées offraient un vaste champ d'action à leur énergie, à leur hardiesse, à la constance de leur volonté. On a comparé parfois les Anglo-Saxons aux Romains qui furent de si remarquables colonisateurs. Comme les Romains, les Anglais eurent un grand respect des institutions et, comme eux aussi, une remarquable adresse à les

changer lentement et sans secousses. L'unité du caractère anglais à cet égard entraîna comme conséquence l'unité et l'énergie de l'esprit public. « Dès que l'intérêt national est en jeu, disait un jour Taine, toutes les discussions cessent en Angleterre, il n'y a plus qu'un seul homme, un seul Anglais, prêt à tout. La morale se réduit alors pour lui à un seul précepte : sauvegarder, n'importe à quel prix, l'intérêt anglais. »

Les guerres de la Révolution et de la période napoléonienne développèrent encore ces prédispositions du tempérament britannique. Elles contribuèrent aussi à faire sentir aux Anglais qu'il valait mieux commercer que guerroyer, et à orienter de plus en plus l'esprit public vers le mercantilisme. La tâche fut d'autant plus aisée que l'Angleterre, grâce à sa position insulaire, avait moins souffert et était sortie moins affaiblie que les autres États de l'Europe de cette longue période de luttes. Et en 1815 elle était en somme dans une situation privilégiée au triple point de vue agricole, industriel, commercial.

L'agriculture anglaise était à ce moment autrement prospère qu'aujourd'hui. Les propriétaires fonciers gagnaient de l'argent, grâce à l'élévation du prix du blé produite par la guerre.

Au point de vue industriel, l'Angleterre avait une avance marquée sur les autres nations. Elle eut la bonne fortune d'avoir quelques inventeurs de génie : elle eut les premières locomotives comme elle avait eu les premiers bateaux à vapeur, elle eut les premiers métiers à tisser et profita, avant tous autres, de ce développement du machinisme qui devait, au cours du XIXe siècle, bouleverser le régime du travail.

Au point de vue commercial, elle ne fut pas moins favorisée. Sa situation insulaire l'obligeant à communiquer par mer avec le reste du monde, elle comprit qu'elle aurait une position de plus en plus forte, à mesure que les transports par mer prendraient une plus grande importance.

Elle vit aussi que dans ces conditions elle devait trouver tout profit à pratiquer le libre-échange, que le libre-échange devait lui permettre d'imposer aux nations moins avancées ses machines et ses produits, en même temps qu'il lui permettrait de retirer des bénéfices considérables de ses riches bassins houillers. Ceux de l'Europe continentale étaient alors imparfaitement connus, et beaucoup moins bien exploités qu'ils ne le sont maintenant.

Je ne puis que rappeler ici pour mémoire la longue série d'efforts qui préparèrent peu à peu la formation en 1839 de la ligue contre la loi sur les céréales.

Les membres de cette ligue fameuse firent voter une série de lois, dont la plus importante, celle qui fut comme le couronnement des autres, est la loi du 26 juin 1846 abolissant définitivement tous les droits sur les céréales. Et trois ans après disparaissaient les derniers vestiges de l'« acte de navigation ». A la faveur de ces conceptions économiques l'Angleterre s'est prodigieusement enrichie pendant la seconde moitié du XIXe siècle. Et on peut dire qu'elle s'est enrichie surtout par le commerce. Sa tactique consista : 1° à tirer ses subsistances des pays les mieux adaptés à la production du blé, de la viande, des denrées alimentaires diverses dont elle avait besoin ; 2° à utiliser le mieux possible la houille et le fer recélés dans son sol, pour développer son industrie, ses usines, ses manufactures ; 3° à vendre, le plus possible aussi, ses produits fabriqués de toute sorte, aux autres nations ; 4° à se faire enfin, grâce à la prépondérance de sa marine, le transporteur universel, à maintenir à Londres le rôle d'entrepôt du monde, de centre commercial où on viendrait chercher la plupart des matières premières, indispensables aux usines du continent.

Que l'Angleterre ait tiré de cette politique de grands profits, c'est ce que personne ne peut méconnaître. Quelques chiffres suffisent à le prouver. Pendant la seconde moitié du XIXe siècle le commerce général de l'Angleterre

est passé de 3 milliards 1/2 à 19 milliards ; le tonnage des navires entrés et déchargés dans les ports du Royaume-Uni s'est élevé de 11 millions de tonnes à 90 millions ; la flotte marchande anglaise est passée de 3 500 000 tonnes à 15 millions ! La richesse du pays, d'après les calculs de Mulhall, qui concordent avec ceux de M. Edmond Théry (1), a plus que triplé.

Le fonctionnement de l'impôt sur le revenu fournit aussi de précieuses indications :

La somme des revenus soumis à l'*income-tax* est passée pendant le même temps de 6 milliards 1/2 à 15 milliards, et l'examen de la cédule D relative aux affaires est particulièrement significatif (2).

Quant aux capitaux placés par les Anglais à l'étranger, ils ont presque quadruplé, ils s'élèvent maintenant à plus de 45, peut-être à 50 milliards de francs, rapportant chaque année au moins 2 milliards 1/2.

Le libre-échange a eu un autre avantage. Il a assuré à l'ouvrier anglais la vie à meilleur marché que dans la plupart des pays continentaux, il a diminué les prix de revient pour un grand nombre de produits et a permis aux fabricants anglais de lutter ainsi victorieusement sur les marchés du monde contre leurs rivaux.

La situation des ouvriers est sans doute restée longtemps misérable ; les patrons les ont trop volontiers considérés comme des machines humaines devant rendre le maximum de profit avec le minimum de perte ; ils leur ont demandé jusqu'à 18 et 20 heures de travail par jour ; ils ont fait venir aux ateliers des enfants de neuf et dix ans « qu'on frappait pour les tenir éveillés la nuit » et ne se sont guère souciés d'élever le prolétariat (3). Et pourtant,

(1) *Histoire économique de l'Angleterre, de l'Allemagne, des États-Unis et de la France.*

(2) Voir, à cet égard, l'excellente étude de M. Van der Smissen : *L'Impôt sur le revenu selon le système de l'Income-tax britannique :* REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, t. LIII, p. 464, et t. LIV, pp. 57 et 517.

(3) Voir Giffen, *The progress of the working classes*, 1884.

par la force des choses, les salaires se sont élevés plus que n'a grandi le coût de la vie, la consommation des objets de première nécessité s'est notablement accrue, le paupérisme a peu à peu diminué, la mortalité également.

L'accroissement général du bien-être fut d'ailleurs favorisé par les idées fiscales qui prévalurent et dont il suffira d'indiquer ici la plus importante : je veux parler du système des impôts et de la préférence donnée à l'impôt direct sur l'impôt indirect.

Les Anglais ont organisé leur régime fiscal de façon à ne pas avoir à demander aux douanes des ressources comparables à celles que leur demandent les autres pays d'Europe. Tout en accordant une place considérable aux taxes locales, en dépit des récriminations que celles-ci provoquent, ils ont donné un grand développement à l'*income-tax* (qui fournit près de 90 p. c. du produit total des impôts directs). Et l'*income-tax* est venu en aide aux ouvriers, aux artisans, aux petits employés. Ceux-ci ont été plus fortement soulagés qu'en France, par exemple, des charges que les impôts indirects font peser sur les familles nombreuses et spécialement sur les travailleurs.

Mais toute médaille a son revers. Lorsqu'on entre dans l'étude détaillée des statistiques, le premier sentiment de satisfaction passé, on constate que la marche en avant suivie par l'Angleterre pendant la plus grande partie du XIXe siècle n'a pas une allure régulière.

Industries minières, industries métallurgiques, industries textiles, fabriques de produits chimiques, de porcelaines, de poteries, d'objets en cuir semblent même aujourd'hui se maintenir péniblement : les progrès, là où il y a encore progrès, sont lents !

Les rapports des consuls anglais, comme ceux des agents consulaires des autres pays sont unanimes à montrer tantôt ici, tantôt là, l'Angleterre vaincue par les

puissances nouvelles vis-à-vis desquelles elle avait, il y a cinquante ans, une si formidable avance.

« La chute du commerce anglais, déclarait un de ces rapports, il y a dix ans, continuera sans doute au delà de toute mesure prévue, et sans espoir de relèvement. » Et dans ce petit livre qui eut tant de succès, il y a quelques années, *Made in Germany*, Edwin Williams ne craignait pas de dire : « La supériorité industrielle de la Grande-Bretagne, qui était jusqu'ici un axiome courant, ne sera bientôt plus qu'un mythe ! »

Et si on examine l'une après l'autre les trois branches de l'activité nationale, agriculture, industrie, commerce, que voit-on ? L'agriculture, jadis si prospère, est maintenant en pleine décadence. Les habitants des campagnes ont peu à peu émigré : les statistiques qui nous renseignent sur les déplacements intérieurs de la population sont caractéristiques. Ils sont venus dans les fabriques, pour y avoir des salaires plus élevés, à tel point que la culture du sol a été abandonnée. Beaucoup de grands propriétaires ne peuvent absolument plus trouver de fermiers ; leurs domaines se sont partiellement transformés en terrains de chasse ! De 1880 à 1900, l'étendue de la terre cultivée a diminué en Angleterre de plus de 20 p. c. L'Angleterre, qui pouvait encore en 1850 suffire à la consommation des deux tiers de ses habitants, n'en nourrit aujourd'hui que 21 ou 22 p. c.

L'Angleterre a fait sans doute de gros bénéfices avec son industrie. Mais elle s'est en même temps condamnée à acheter tous les ans pour plus de trois milliards de francs de produits agricoles de toute sorte à l'étranger, produits qui sont cependant en général des produits rémunérateurs car ils sont en partie un don de la nature. N'est-ce pas un grave danger pour un pays d'être, pour la subsistance des trois quarts au moins de ses habitants, à la merci d'autres nations qui, à un moment donné, pourraient lui couper les vivres? Le danger est d'autant plus grand que la conquête

de nouveaux marchés, à laquelle l'Angleterre s'est condamnée, ne sera pas indéfiniment possible. D'autres peuples sont devenus pour les Anglais des concurrents trop redoutables.

Après l'agriculture, l'industrie. Les Anglais n'y trouvent déjà plus la compensation du sacrifice qu'ils avaient fait du côté des entreprises agricoles.

Le marché intérieur, grâce à l'accroissement de la richesse générale, est resté satisfaisant, mais les ventes au dehors ont beaucoup fléchi. Depuis une vingtaine d'années il y a une diminution notable des exportations de bon nombre de produits fabriqués, diminution qui porte principalement sur les machines, les vêtements, les lainages, les tissus, les produits chimiques, la quincaillerie et les articles en métal.

Il n'y a pas une branche de la production nationale qui ne se plaigne. Et le nombre des indigents, qui avait diminué jusqu'à 1890, a augmenté de nouveau depuis quinze ans bien qu'on se soit cependant plus occupé des œuvres de bienfaisance sous toutes les formes qu'on ne l'avait fait antérieurement.

Et voici le commerce qui est entré, lui aussi, dans une période moins brillante, le commerce pour lequel les Anglais paraissaient avoir une supériorité si marquée.

Le temps est passé où l'Angleterre pouvait prétendre être « l'unique courtier maritime des peuples ». Son industrie des transports tout entière a fléchi. Et, si le mouvement des ports anglais continue à s'accroître, dans la plupart de ces ports la part du pavillon national va en décroissant. Sans doute au point de vue du transit, des réexportations, l'Angleterre a conservé une très forte situation ; mais il ne faut pas oublier que les réexportations sont loin d'avoir, au point de vue du profit qu'un pays peut en retirer, la même importance que les exportations proprement dites.

Et aujourd'hui l'Angleterre réexporte, avec de très

légers bénéfices, une quantité de matières premières qu'il eût mieux valu pour elle conserver afin de les mettre en œuvre, au lieu de les réexpédier dans d'autres pays, où elles reçoivent un supplément de valeur par les mains d'ouvriers étrangers, quelquefois même pour être réintroduites ensuite en Angleterre. C'est ainsi que la Belgique reçoit de Londres des bois avec lesquels elle fabrique des meubles qu'elle vend ensuite à divers pays.

Il ne faut pas être surpris dans ces conditions de constater que les exportations anglaises ont augmenté de 7 p. c. seulement, pendant que les exportations allemandes augmentaient de plus de 50 p. c. et les exportations américaines de 62 1/2 p. c.

On doit surtout se montrer inquiet du changement qui s'est produit dans la nature des *importations*. Jusqu'à une époque récente l'Angleterre importait surtout (abstraction faite des denrées agricoles qui lui sont indispensables) des matières premières. Elle importe aujourd'hui, dans une proportion beaucoup plus forte, des produits manufacturés. Et en même temps ses ventes de produits manufacturés fléchissent : elles ont diminué dans la dernière période décennale de 2 1/2 p. c. Cette diminution est particulièrement sensible pour certains articles qui étaient jadis une de ses gloires. La vente de draps anglais a progressivement baissé de 515 millions de francs à 382.

Enfin la situation financière du pays est beaucoup moins bonne qu'elle ne l'était, il y a vingt-cinq ou trente ans. L'accroissement des dépenses a été considérable ; la guerre du Transvaal a coûté 5 milliards 1/2 de francs, il a fallu reconstituer une partie du matériel et ce n'est pas encore fini. Il faut de toute nécessité trouver de nouvelles ressources. Faut-il augmenter les impôts directs qui pèsent déjà d'un poids très lourd sur les classes aisées ? Faut-il chercher dans une modification des impôts indirects, et spécialement dans des droits de douane, l'argent

nécessaire ? N'est-ce pas plutôt du côté des colonies qu'il convient de se tourner ?

Lorsque l'on considère les rapports de l'Angleterre avec son vaste domaine colonial, on constate aisément que l'Angleterre ne retire pas de ce vaste Empire tout le profit qu'on pourrait supposer. Et c'est l'histoire encore qui donne l'explication de ce fait. Convaincus de la supériorité du libre-échange, les économistes du milieu du XIXe siècle s'étaient imaginé de très bonne foi que les barrières douanières qui séparaient les peuples allaient s'abaisser peu à peu. Persuadés que toutes les libertés étaient destinées à « se compléter mutuellement comme les différents rayons d'un même foyer », ils avaient pensé que la liberté économique ne serait que le prélude de rapprochements politiques qu'ils appelaient de tous leurs vœux. Ils avaient pensé surtout que les colonies anglaises allaient imiter la mère patrie. Et cependant qu'ont-elles fait ? Elles ont profité de la liberté qui leur était concédée pour édicter des tarifs protectionnistes et frapper de taxes plus ou moins élevées les marchandises anglaises aussi bien que celles des pays étrangers. Et cette politique des colonies anglaises on ne peut la blâmer, car elle était toute naturelle. Il eût été impossible à la plupart d'entre elles de subvenir à leurs besoins au moyen des impôts directs (dont la perception eût été à la fois malaisée et coûteuse). Elles furent obligées de chercher dans des impôts *indirects* et spécialement dans des taxes douanières les moyens de subvenir à leurs dépenses. Et, comme l'Angleterre était leur principal, presque leur unique fournisseur, elles furent amenées à frapper également les produits métropolitains.

L'Angleterre n'avait évidemment pas prévu ces conséquences de sa politique libérale. En se déclarant libre-échangiste elle croyait fermement que les colonies en feraient autant. Elle a été profondément déçue lorsqu'elle les a vues adopter un régime tout différent du sien. Le

gouvernement de Londres fut même si mécontent qu'il ordonna aux gouverneurs des différentes colonies d'user du droit de *veto* qui leur était accordé, chaque fois qu'un tarif protectionniste serait soumis à leur sanction.

Peut-on espérer dans ces conditions voir se former un « patriotisme plus large » qui aurait pour effet de « resserrer les liens politiques, militaires, commerciaux de toutes les parties de l'empire », qui engendrerait peu à peu un état de choses complètement nouveau dans lequel les colonies ne seraient plus considérées comme des « possessions extérieures », mais bien comme les « parties intégrantes » d'un gigantesque empire. Comment donner à toutes ces colonies si disparates, si jalouses de leur indépendance, la cohésion qui leur manque ? Où peut-on découvrir le « ciment impérial » qui la leur assurera ?

C'est en vain que le gouvernement a voulu profiter en 1897 de la présence à Londres d'un certain nombre de ministres des colonies attirés par les fêtes du Jubilé de la Reine, pour provoquer une conférence où l'on devait étudier les intérêts communs à tout l'empire (cette conférence fut tenue à l'Office colonial sous la présidence de Chamberlain). On n'est arrivé à aucun résultat.

Je me borne à une dernière constatation.

En dépit de toutes ces difficultés, les changements qui se sont produits en Angleterre ont amené un changement profond dans la mentalité de ceux mêmes qui défendaient le libre-échange.

Il y a quelques années encore, la grande majorité des Anglais estimait qu'en matière économique le libre-échange c'est la vérité. On y croyait comme à un dogme, que personne ne discute plus.

Il n'en est plus de même. Ceux mêmes qui restent fidèles au principe de la liberté économique essaient de démontrer cette supériorité par des faits, par des chiffres, par toute une argumentation savante, en discutant pied à pied les chiffres et les faits produits par leurs adversaires.

Il est manifeste que beaucoup d'Anglais, qui ont été très épris du libre-échange tant que la Grande-Bretagne a été la plus forte, sont moins enthousiastes de ce régime aujourd'hui où elle a perdu son ancienne prééminence.

Les divers impérialismes qui se sont constitués dans le monde ayant tous évolué vers le protectionnisme, beaucoup d'Anglais sont persuadés qu'il faut chercher dans une certaine protection les moyens de conserver une puissance politique qui tend à diminuer. Beaucoup n'hésitent plus à déclarer que la question de libre-échange ou de protection est une question d'opportunité, et qu'il n'y a pas ici de dogme. C'est au génie des hommes d'État qu'il appartient de juger la situation à un moment déterminé, de voir jusqu'à quel point il convient de pratiquer le libre-échange, ou au contraire de se défendre à l'aide de barrières plus ou moins factices.

Les libre-échangistes de 1830 ou de 1840 différaient fort de ceux d'aujourd'hui ; c'étaient des doctrinaires, des apôtres, qui s'imaginaient que les barrières douanières entre les peuples devaient tomber peu à peu et que toutes les nations allaient se réunir dans un sentiment de concorde et de fraternité.

Les événements historiques du XIXe siècle ont montré que ce n'était là qu'un rêve !

L'exemple de l'Angleterre n'a pas entraîné le monde. C'est le contraire qui est arrivé.

La plupart des nations ont entouré de barrières plus ou moins élevées — souvent fort élevées — d'immenses régions dans lesquelles les négociants anglais croyaient pouvoir librement trafiquer.

On reconnaît que si l'Angleterre a pu retirer jusqu'ici du libre-échange de grands profits, c'est parce qu'elle était en possession d'une hégémonie maritime qui la rendait capable d'assurer les transports par sa flotte marchande et parce qu'elle était en état de défendre sa flotte marchande par une énorme flotte de guerre. Mais on reconnaît aussi qu'aucun autre pays du monde n'aurait pu agir comme elle.

Aucun autre n'eût pu retirer du libre-échange de semblables profits !

Aujourd'hui les temps sont changés, l'Angleterre a trouvé des imitateurs et des concurrents : la France, l'Allemagne, les États-Unis sont devenus des peuples colonisateurs. Eux aussi ont fait connaître leurs produits sur les marchés lointains.

Et pour soutenir la lutte contre ces nations, pour être victorieux dans la guerre commerciale, il faut de toute nécessité inventer des moyens d'action nouveaux. Il faut par dessus tout réduire les frais de production, arriver à une diminution des prix de revient. Or les grandes entreprises sont pour cela dans de meilleures conditions que les moyennes et les petites. L'avenir semble devoir appartenir aux ententes industrielles, aux *cartells*, aux syndicats, aux *trusts ;* et une bonne organisation de la vente doit accompagner une bonne organisation de la production.

Cette organisation de la vente pourra-t-elle se faire dans un pays quelconque, autrement qu'à l'abri d'une certaine protection ? C'est bien douteux. Il paraît probable qu'une certaine protection apparaîtra de plus en plus comme indispensable pour permettre de défendre le marché intérieur contre les envahissements que facilitent, là où ils se sont constitués, les syndicats, les cartells et les trusts.

L'Angleterre échappera-t-elle aux nécessités de cette évolution qui est universelle ? Pourra-t-elle constituer, sans faire, au moins temporairement, de la protection, cette organisation commerciale pour laquelle elle s'est laissée distancer ?

Ce sont des problèmes passionnants sur lesquels je dois me borner à attirer votre attention. Ils touchent à quelques-unes des questions les plus délicates, qui s'imposeront aux méditations des hommes de science au cours du siècle qui vient de s'ouvrir.

G. Blondel.

II

LA CRISE DU LIBRE-ÉCHANGE

—

Parmi les problèmes multiples que soulève la question du néo-protectionnisme britannique, celui d'une perturbation profonde dans le mouvement des échanges internationaux apparaît assurément comme l'un des plus graves et de nature à solliciter le plus vivement l'attention des nations industrielles.

Il est impossible en effet, qu'un pays comme la Grande-Bretagne — « ce centre de liquidation des opérations internationales », selon l'expression heureuse de M. Viallate — renonce au libre-échange et imprime une direction nouvelle à sa politique commerciale, sans que le monde entier des affaires en subisse le contre-coup. L'Europe s'émeut à la pensée d'un tel revirement et c'est avec raison.

Supposons le triomphe absolu des rêves grandioses de fédération impériale, c'est un marché d'une superficie de 8 964 884 milles carrés, groupant une population de 360 738 798 habitants, important pour plus de 20 milliards qui se ferme au reste du monde. Admettons, si cette hypothèse paraît trop chimérique, la réalisation du programme plus modeste des *tariff-reformers*, c'est un commerce de plus de 13 milliards alimenté par la production étrangère — chiffre des importations du Royaume-Uni — qui se trouve entravé par l'application des nouveaux droits de douane.

Rupture violente de l'équilibre économique actuel, déplacements subits des grands courants du commerce mondial, secousse dont nul ne pourrait encore en ce moment mesurer l'intensité et calculer les répercussions, telles seraient les conséquences du succès de la campagne

contre le libre-échange qui passionne en ce moment les esprits au delà du détroit.

Quelles sont les causes lointaines de l'évolution profonde qui s'est faite dans les idées du peuple anglais? Comment s'explique cette crise des théories économiques qui semble réserver certaines chances de succès au néo-protectionnisme britannique?

Notre collègue M. Blondel s'est chargé du soin de répondre à cette question, et il l'a fait avec l'autorité et la maîtrise que tous se plaisent à lui reconnaître.

Mon rôle, plus ingrat, consiste à interroger les chiffres et à en dégager les arguments de nature purement économique qui sont invoqués dans ce vaste et passionnant débat.

Les Anglais sentent que leur situation s'est modifiée et qu'il faut tenir compte de faits nouveaux. Sur les marchés, où ils écoulaient autrefois si aisément leurs produits, industriels et commerçants voient aujourd'hui se dresser devant eux des concurrents redoutables. Deux peuples surtout semblent menacer leur prépondérance, en s'affirmant comme des puissances industrielles de premier ordre : l'Allemagne et les États-Unis. Forte de son prodigieux essor économique, l'Allemagne a depuis plusieurs années entamé la lutte sur les marchés neutres et menace aujourd'hui les produits anglais sur le marché britannique lui-même. Quant à l'Amérique, trouvant dans les richesses naturelles de son sol des ressources incomparables, ayant une population à rapide accroissement, formidablement outillée, elle s'avance dans l'arène avec la puissance d'un géant industriel auquel nul, semble-t-il, ne pourrait disputer désormais la suprématie économique.

Les statistiques permettent des rapprochements significatifs entre le développement du commerce anglais et l'expansion des nations concurrentes.

Voici tout d'abord le tableau comparatif des importa-

ABSTRACT TABLES

TABLE N° 1

Valeur totale des produits étrangers importés dans le Royaume-Uni

IMPORTATIONS	1899	1900	1901	1902	1903	1904
	£	£	£	£	£	£
Des pays étrangers.	378 133 842	413 434 242	416 305 318	421 474 817	428 929 497	431 218 000
Des possessions anglaises	106 901 741	109 640 921	105 684 880	106 916 457	113 670 792	120 144 124
Total	485 035 583	523 075 163	521 990 198	528 391 274	542 600 289	551 362 124

TABLE N° 2

Valeur totale des exportations du Royaume-Uni

EXPORTATIONS ANGLAISES	1899	1900	1901	1902	1903	1904
	£	£	£	£	£	£
Aux pays étrangers	176 826 782	196 757 121	175 148 555	174 332 110	179 655 241	188 812 000
Aux possessions anglaises	87 665 429	94 434 875	104 873 821	109 091 856	111 146 864	112 005 897
Total	264 492 211	291 191 996	280 022 376	283 423 966	290 800 108	300 817 897

tions et des exportations du Royaume-Uni pendant la dernière période quinquennale (1).

Le fait économique qui ressort du rapprochement de ces chiffres, c'est l'excédent des importations en Angleterre sur les exportations du pays. Pour la période décennale 1893-1902 l'excédent moyen est de 161 millions de £. Pour les quatre dernières années, 1901 à 1904 inclus, il flotte de 242 à 252 millions de £. Sans doute le phénomène peut donner lieu à bien des interprétations et, pour l'apprécier sainement, il y a lieu de tenir compte de ce que la balance économique est souvent très différente de la balance du commerce.

Comme l'expose dans son *Traité d'économie politique* (2) M. Paul Leroy-Beaulieu, « les vieilles et très riches nations, l'Angleterre, la France, etc. produisent beaucoup de capitaux par l'épargne et, ne trouvant chez elles pour ces capitaux que des emplois dont la plupart sont peu rémunérateurs, se sont mis à faire des prêts considérables aux peuples plus jeunes et plus pauvres..., les vieux pays sont ainsi créanciers du reste du monde et reçoivent chaque année l'intérêt des prêts qu'ils ont faits à des débiteurs étrangers solvables ou les profits des entreprises fructueuses qu'ils ont constituées et qu'ils détiennent encore à l'étranger...

» Ces rentes ou ces profits que les vieux pays tirent de leurs capitaux placés à l'étranger ne peuvent leur être servis que sous la forme ou de numéraire métallique ou de marchandises ; c'est sous cette dernière surtout qu'ils se présentent. »

En ce qui concerne l'Angleterre, aux intérêts considérables qu'elle perçoit sur ses capitaux placés à l'étranger,

(1) *Annual Statement of the Trade of the United Kingdom with foreign Countries, 1903. Abstract Tables.*

Nous y avons joint les derniers chiffres pour l'année 1904.

(2) P. Leroy-Beaulieu, *Traité théorique et pratique d'Économie politique* ; Paris, 1896 ; IV, pp. 182-184.

il y a lieu d'ajouter les profits qu'elle réalise du chef des transports par sa flotte.

Les uns et les autres lui sont servis surtout sous la forme de marchandises et figurent au total des importations, sans que leur caractère de créance y apparaisse. En estimant, d'après les calculs les plus autorisés, à 180 millions de £ la valeur de ces créances (1), véritables exportations invisibles, l'excédent effectif des importations en Angleterre s'évanouit pour faire place à un équilibre approximatif.

Il n'en reste pas moins vrai que, comparé à celui de ses concurrents, le développement des exportations du Royaume-Uni apparaît plus lent depuis les vingt dernières années. C'est ce que met en relief le tableau suivant que j'emprunte au livre si documenté de M. Viallate (2).

Tableau résumé du chiffre des exportations (commerce spécial), en moyennes annuelles, par millions de £

	1880-1884	1896-1900	Augment. absolue	Augment. proport.
Royaume-Uni	234	249	15 millions £	6,4 %
Allemagne	156	192	36 —	25,1 —
États-Unis	166	237	71 —	42.8 —

Ce qui est surtout inquiétant pour l'Angleterre, lorsqu'on examine les statistiques commerciales, c'est le changement qui s'est produit dans la nature de son commerce.

L'Angleterre importait, en effet, jusqu'à ce jour des denrées et des matières premières en grande quantité.

Les premières donnaient à sa population ouvrière la vie à bon marché ; les secondes servaient d'aliment à ses industries transformatrices et réapparaissaient sous la forme de produits manufacturés destinés à l'exportation.

(1) Voir BLUE-BOOK, pp. 99-104.
(2) Viallate, *La Crise anglaise*, p. 126.

Or, quand on consulte les *Board of trade returns*, on remarque un changement profond dans la nature des produits importés.

En trente ans, de 1872 à 1902, les importations des produits manufacturés de la part des pays étrangers ont passé de 63 millions £ à 149 millions £ ; et par contre, alors qu'en 1872 l'Angleterre exportait vers les États-Unis et les pays protectionnistes d'Europe, pour 116 000 000 £ de produits manufacturés, en 1882, ce chiffre tombait à 88 000 000 £ pour descendre à 75 000 000 £ en 1892 et à 73 500 000 £ en 1902.

Ce que les partisans de mesures de représailles en Angleterre ne manquent pas de faire observer, c'est que cette déchéance dans les exportations nationales correspond à l'adoption des tarifs protectionnistes par les pays étrangers. Que l'on consulte, par exemple, le tableau du commerce de l'Angleterre avec les États-Unis. Il accusait une progression constante des exportations anglaises aux Etats-Unis jusqu'en 1891 ; à cette date, chute soudaine due à l'entrée en vigueur du tarif Mac-Kinley. Une réduction des droits d'entrée en 1894 sous Cleveland, amène une reprise dans les exportations, suivie bientôt d'un nouveau recul en 1898, époque à laquelle les droits élevés furent remis en vigueur.

Si l'opinion publique ne s'est pas émue plus tôt en Angleterre malgré la gravité de ces constatations, c'est que le marché colonial avait offert jusqu'ici de larges compensations au commerce britannique. Mais la question se pose de savoir si ces débouchés ne vont pas lui être victorieusement disputés par la concurrence étrangère. L'étude des statistiques commerciales montre, en effet, que si la part prise par le Royaume-Uni dans les importations des colonies autonomes a été en augmentant pendant les der-

nières années, cette part, au point de vue proportionnel, a été constamment en diminuant (1).

Ici, comme ailleurs, les deux rivaux, que rencontrent partout sur leur chemin les industriels anglais, cherchent à prendre leur part de ce marché fructueux.

Ce qui, dans cette lutte, dont nous n'avons voulu esquisser que quelques traits, aggrave la situation d'infériorité de l'Angleterre, c'est le *dumping* pour lequel les pays non défendus par des barrières douanières constituent une véritable terre d'élection. Grâce à des tarifs protecteurs, les exploitants d'une industrie déterminée peuvent s'entendre pour vendre leurs produits à un prix très rémunérateur à l'intérieur du pays de production et pour déverser le surplus des articles industriels sur le marché extérieur, à des prix qui rendent la lutte impossible à leurs adversaires.

Sans doute le mécanisme du *dumping* peut fonctionner comme un moyen provisoire de pénétration, en vue de s'introduire sur le marché étranger par des prix plus

(1) Les importations du Royaume-Uni dans les colonies autonomes ont passé de près de 50 millions de £ (moyenne annuelle) pour la période 1888-1890, à 64 millions de £ pour 1900-1902; mais tandis que, dans la première période, ce chiffre représentait 61 % des importations totales des colonies, dans la seconde il n'en représentait plus que 49 % (Viallate, p. 247).

Le tableau suivant montre la valeur des expéditions de l'Angleterre vers ses colonies pendant les trois dernières années. On remarquera qu'à l'exception des Indes avec lesquelles le commerce de la métropole est en progression constante et de la colonie de Hong-Kong, ces chiffres, loin de témoigner d'un développement d'activité, accusent, sur plus d'un point, un véritable recul.

		1904	1903	1902
Indes orientales	£	45 087 000	39 045 000	36 873 000
Australie	»	23 584 000	22 540 000	25 344 000
Canada	»	10 635 000	11 112 000	10 345 000
Afrique du Sud	»	17 544 000	25 288 000	24 457 000
Indes occidentales	»	2 165 000	2 150 000	2 009 000
Hong-Kong	»	4 356 000	2 720 000	2 136 000
Afrique occidentale	»	2 836 000	2 896 000	2 796 000
Afrique orientale	»	1 019 000	920 000	822 000
Autres possessions	»	4 800 000	4 498 000	4 330 000
Totaux	£	112 006 000	111 147 000	109 092 000

avantageux ; il peut aussi, en temps de dépression du marché intérieur, constituer un moyen de suppléer à l'insuffisance de la consommation et d'écouler les stocks. Mais avec le développement de l'industrie concentrée et la constitution des cartells et des trusts, il apparaît de plus en plus comme une méthode systématique de concurrence, comme une arme perfectionnée et redoutable dans la lutte commerciale entre nations (1).

Protégé par le tarif douanier, l'industriel allemand ou américain travaille à la fois pour son marché national où il occupe une situation privilégiée et pour le marché anglais sur lequel ses produits entrent en franchise. C'est en réalité un marché de 42 millions d'âmes qui s'ajoute à son propre marché et qui lui permet, soit de répartir ses frais généraux sur une plus large production et de diminuer son prix de revient, soit d'abaisser d'autant plus ses prix de vente à l'extérieur qu'il sera parvenu à faire supporter plus exclusivement les frais de production par le consommateur indigène. On comprend, sans qu'il soit nécessaire d'insister, quelle concurrence ruineuse peut constituer l'emploi systématique du *dumping*. Déjà des industries essentielles comme celles du fer et de l'acier sont menacées, prétend-on — non sans contradiction d'ailleurs — par ces procédés commerciaux nouveaux et, si l'on n'y prend garde, l'Angleterre sera bientôt réduite, au dire de certains prophètes pessimistes, à se contenter d'industries secondaires comme celles de la « fabrication des confitures ou des pickles » !

Quelle que soit l'évidente exagération de ces doléances, on comprend cependant que le pays, troublé dans sa quiétude et anxieux de l'avenir, sente chanceler sa foi dans

(1) Exemple du syndicat des houilles, de fontes, d'acier en Allemagne, qui paye des primes d'exportation atteignant jusque 20 % aux industries de transformation. Très souvent aussi les autorités publiques favorisent cette politique du *dumping*, en donnant systématiquement dans les adjudications, la préférence aux producteurs indigènes.

la politique traditionnelle du *free trade* et commence à prêter l'oreille aux plans de défense protectionniste qu'on lui propose.

De ces plans, l'un, plus audacieux, a été développé avec une inlassable ténacité par l'ancien secrétaire colonial M. Chamberlain : c'est l'*Impérialisme*. L'autre, moins radical et notamment hostile à l'imposition de droits de douane sur les produits alimentaires, n'en constitue pas moins un premier pas dans la voie du protectionnisme. C'est, selon l'expression pittoresque de Lord Rosebery, la maison qui se trouve à mi-chemin, le *half way house* où le ministère Balfour croit devoir s'arrêter pour observer la direction que prend le vent et attendre que le verdict électoral se prononce plus nettement sur la grave question d'une modification de la politique commerciale du pays.

Le programme de Chamberlain n'est pas seulement de rendre à l'industriel anglais la sécurité sur son propre marché national, c'est d'élargir les débouchés de la métropole, c'est d'édifier un empire britannique qui, par l'immensité de son étendue, par la variété des climats sous lesquels il s'étend, la diversité de ses productions et par l'importance de sa population, serait à même de se suffire à lui-même et de s'isoler, sans danger, des autres nations.

La métropole et les colonies se prêteraient, dans cette vaste confédération d'intérêt, un mutuel appui. Les denrées alimentaires : blé, viande, produits de la laiterie ; une grande quantité de matières premières, laine, coton, peaux, pour lesquels l'Angleterre est actuellement tributaire de l'étranger, pourraient lui être fournies par ses colonies. Et, de leur côté, les industriels anglais trouveraient dans les colonies le marché d'où ils pourraient exclure leurs rivaux étrangers. L'idéal serait de réaliser le libre-échange dans l'Empire ; mais, comme il est chimérique de prétendre atteindre du coup le résultat, force est de négocier provisoirement la meilleure entente douanière possible

avec les colonies. Dans ce but, Chamberlain proposait de mettre à l'importation un droit de 2 shillings par quarter sur le blé, et de 5 °/₀ sur la viande et les produits de la laiterie, droit dont seraient exemptés en vertu de tarifs préférentiels les produits des colonies. D'autre part, les articles manufacturés devaient être frappés d'un droit de 10 °/₀ en moyenne, mais susceptible de s'élever jusqu'à 20 °/₀, et variant selon le degré d'achèvement des produits. Enfin, pour compenser le renchérissement du prix de la vie résultant de l'imposition des droits sur le blé et la viande, il proposait de réduire les impôts existants sur le thé, le sucre, le café. Les matières premières devaient continuer à entrer en franchise.

Inutile d'insister davantage sur ces projets ambitieux auxquels l'éloquence enflammée du « missionnaire de l'Empire », son habileté à manier les chiffres, à les solliciter parfois, l'art d'approprier l'argumentation à la nature de son auditoire ont su donner un relief saisissant. Il ne semble pas, en effet, qu'ils soient à la veille de se réaliser. Heurtant, sans ménagement aucun, les idées les plus chères au peuple anglais, le *Free Breakfast*, la vie à bon marché; soulevant l'hostilité des associations coopératives et des puissantes trade-unions ; se buttant à des difficultés d'application presque invincibles dans l'aménagement des tarifs, le choix des articles à favoriser, l'approbation des colonies intéressées ; désavouée en maintes rencontres solennelles et tout dernièrement encore aux élections de Brighton par le corps électoral, la politique radicale de Chamberlain n'a pour le moment aucune chance de succès ; et c'est bien plutôt la tactique de Balfour à laquelle il faut prêter attention, si l'on veut étudier les répercussions de l'adoption éventuelle de certaines mesures de protection en Angleterre.

M. Balfour a fait connaître son programme dans une

brochure (1) devenue célèbre et en a développé la portée dans une série de discours.

« Il s'agit, dit-il adroitement, de faire de l'opportunisme adapté aux transformations économiques contemporaines. Il s'agit de sauvegarder notre industrie aujourd'hui menacée non seulement par les concurrences nouvelles de certains pays, mais surtout par ces organisations redoutables, ces cartells, ces trusts que Cobden et ses amis ne pouvaient prévoir.

» Oui, le libre-échange est un idéal, mais c'est un idéal irréalisable maintenant. Nous ne pouvons espérer que les différentes nations de l'univers, renonçant à toute barrière protectrice, suivent jamais leur développement naturel. Le monde où nous vivons n'est pas le monde idéal. La protection y apparaît, non comme une panacée, mais comme un moyen de réagir contre certaines difficultés que créent aux peuples le développement du machinisme, de la grande industrie, des moyens de transport et surtout certaines ententes entre industriels qui, à un moment donné, peuvent modifier le cours normal des prix et peser d'un poids très lourd sur le marché.

» Je ne demande pas l'abandon du libre-échange. Je prétends seulement qu'il peut conduire à des abus, et je dis que les voies et moyens pour prévenir ces abus sont à trouver. Il faut rétablir des droits à l'importation pour assurer sur le marché intérieur l'égalité de concurrence entre les producteurs nationaux et les producteurs étrangers, pour contrecarrer la politique du *dumping*, et donner au gouvernement les armes dont il est dépourvu actuellement pour négocier avec les puissances protectionnistes. Il faut recourir, le cas échéant, à une politique de représailles contre les nations qui frapperaient les produits anglais de droits jugés exagérés. »

L'habileté du chef du gouvernement dans cette argu-

(1) *Economic Notes on Insular Free-Trade.*

mentation est de ne pas s'engager à fond, de repousser toute taxe sur les objets de consommation et de ne parler que des produits industriels, en restant volontairement dans le vague sur le taux du tarif qui frapperait ces produits (1).

Il semble cependant que ce programme doive prochainement se préciser. Harcelé par l'opposition d'autant plus exigeante qu'elle peut se prévaloir de plusieurs succès électoraux retentissants, M. Balfour devra prendre position et indiquer nettement au pays la voie dans laquelle il compte l'engager. Rien n'a transpiré jusqu'ici de la réunion qui a eu lieu le 13 avril dernier, entre les deux sections du parti unioniste à la suite du discours sensationnel de lord Lansdowne. Quoi qu'il en soit de cette conférence désormais historique, un fait la domine, indiscutable : c'est que M. Chamberlain renonçant à son attitude jusque-là intransigeante se rapproche de M. Balfour.

Il a fait voter par le *Liberal Union Club*, qu'il présidait lui-même, la résolution suivante : « Le *Liberal Union Club*, considérant que le moment est venu de réformer complètement notre système fiscal, approuve les propositions exposées par le premier ministre à Manchester et comprenant : *a)* la répudiation de droits protecteurs en tant qu'ils visent à un relèvement des prix à l'intérieur ; *b)* une demande d'autorisation d'user de représailles dans tous les cas où les tarifs de pays étrangers sont nuisibles aux intérêts britanniques ; *c)* une union commerciale plus étroite avec les colonies, basée sur des droits préférentiels que réglera une conférence libre tenue entre les représentants des colonies et ceux de la Grande-Bretagne. »

Ce changement de tactique, s'il rejette à l'arrière-plan les modifications profondes que les impérialistes se proposaient d'apporter au régime fiscal du pays et s'il ne fait

(1) *Programme de Sheffield* (1er octobre 1903).

plus des droits préférentiels qu'un article théorique ou tout au moins de réalisation très éloignée du programme, nous oblige à examiner avec d'autant plus d'attention les conséquences économiques du système de représailles vers lequel semble s'orienter le gouvernement.

Ces conséquences peuvent être étudiées au point de vue de l'Angleterre elle-même et au point de vue des nations étrangères.

Les protectionnistes anglais, désireux de ne pas brusquer les sentiments de la nation, renoncent pour le moment à entraver l'entrée des denrées alimentaires ou des matières premières dont l'industrie nationale essentiellement transformatrice a besoin : ce qu'ils entendent frapper ce sont les produits manufacturés, ce qu'ils veulent empêcher ce sont les combinaisons anormales du *dumping*. On pourrait assurément se demander tout d'abord si les droits proposés — un droit moyen de 10 % — suffiront à mettre l'Angleterre à l'abri de la concurrence des produits primés par les cartells et les trusts. Et à cet égard il est permis de se montrer assez sceptique. Mais on doit aller plus loin et ne pas oublier que dans un grand nombre de cas les produits achevés d'une industrie ne sont que la matière première d'une autre industrie.

Que deviendront les industriels — et ils sont légion — pour lesquels sont matières premières les fabricats désormais taxés ? Ne subiront-ils pas le contre-coup des mesures que l'on projette ?

Un exemple bien curieux des récriminations qui se feraient entendre, nous est fourni par la hausse récente des sucres. Le bon marché extrême du sucre dont jouissait l'Angleterre, grâce aux primes dont les pays producteurs de l'Europe continentale favorisaient l'exportation de cet article, avait assuré jusqu'ici des conditions de prospérité exceptionnelles à de multiples industries qui utilisent cette denrée.

La convention de Bruxelles a modifié le régime doua-

nier — à l'initiative, chose piquante, du gouvernement anglais lui-même, qui peut-être déjà songeait à sa politique impériale et entendait protéger à son tour les sucres de ses colonies contre la concurrence anormale et les réductions de prix excessives produites sur le marché anglais par les régimes de l'Europe continentale.

Qu'est-il arrivé ? Les primes étrangères ont été supprimées ; le *dumping* du sucre, car c'était un *dumping* des plus caractérisés, prit fin ;... les Anglais payèrent leur sucre plus cher et une crise véritable dans de multiples industries se déclara chez nos voisins. Le sucre brut de betterave, qui était coté à 7 sh. 8 d. par cwt. au début de l'année 1904 sur la place de Londres, était coté à 16 sh. 3 d. l'année suivante, soit une différence de 108 % en un an (1).

On s'en prend aujourd'hui à la convention de Bruxelles. Elle aurait, dit-on, causé tout le mal. Elle a troublé profondément les conditions de la production et des échanges, fait abolir des législations propices aux intérêts anglais, surexcité le désordre des cours.

Des plaintes identiques se feront entendre et iront se multipliant le jour où une législation douanière d'ensemble frappera les produits manufacturés ou semi-ouvrés.

Voici, par exemple, une des grandes industries anglaises: la construction des navires.

Grâce au régime du libre-échange, l'Angleterre peut acheter les matériaux nécessaires à la construction des navires 20 p. c. moins cher que les nations protectionnistes. C'est ce qui lui permet de construire chaque année pour elle-même et pour d'autres pays, autant de navires que le reste du monde.

Quelle sera la situation le jour où des tarifs destinés à protéger entre autres l'industrie du fer et de l'acier paralyseront la construction navale ?

(1) Voir l'étude de M. Delombre dans la REVUE POLITIQUE ET PARLEMENTAIRE, février 1905.

Le bon marché du fer et de l'acier a donné une impulsion énorme à toutes les industries qui emploient ces métaux : construction de locomotives et de machines, outils, coutellerie, quincaillerie, etc.

Un autre point de vue capital pour l'Angleterre est celui de l'industrie des transports.

La puissance du tonnage maritime britannique de 5 700 000 tonneaux en 1870 était de 10 000 000 en 1902, la moitié du tonnage du monde entier. Cette supériorité écrasante a fait du peuple anglais, le peuple transporteur, l'agent centralisateur et le convoyeur des produits de l'univers. Tous les producteurs savent qu'à un moment donné ils peuvent se défaire de leurs marchandises en les envoyant en Angleterre. De ce chef, celle-ci jouit donc d'abord de prix d'achat particulièrement avantageux, ce qui contribue au bon marché de la vie ; mais de plus elle tient à la disposition de sa marine marchande une quantité colossale de marchandises à distribuer par le commerce dans toutes les parties du monde.

On estime à près de 90 millions de £ par an, le gain que procure au pays le commerce de la marine marchande. Que deviendra ce commerce, le jour où l'Angleterre cessera d'être l'entrepôt du monde et où les ports anglais librement ouverts aujourd'hui ne seront accessibles qu'après acquittement des droits d'entrée ? Où iront les produits ? et quel pays sera l'heureux bénéficiaire de la situation nouvelle ? Il y a là une série de points d'interrogation, de nature à intéresser tout particulièrement un pays comme le nôtre, prédestiné, semble-t-il, à jouer le rôle de marché libre dans l'ensemble du mouvement commercial du monde occidental, le jour où l'Angleterre laisserait tomber de ses mains le sceptre du commerce maritime.

Enfin il est à craindre qu'une modification de la politique commerciale dans le sens protectionniste ne soit le signal de mesures de représailles à l'égard des produits

britanniques, de la part des pays atteints par les tarifs nouveaux.

Il en résulterait une guerre de tarifs également préjudiciable aux différentes nations qui y auraient recours. Des conflits de ce genre, entre la France, par exemple, d'une part, l'Italie et la Suisse d'autre part, ou bien encore entre l'Allemagne et la Russie. ont accumulé des ruines économiques trop énormes pour que l'on n'appréhende point à juste titre le retour de semblables calamités.

Si l'on cherche à prévoir quelles seraient pour les diverses nations qui trafiquent avec l'Angleterre les conséquences de l'orientation économique nouvelle, il y a lieu de distinguer :

1° Les pays dont les ressources naturelles, les industries et les aptitudes sont analogues à celles de l'Angleterre : l'Allemagne, par exemple, et dans une très large mesure les États-Unis.

2° Ceux dont les productions peuvent être considérées comme plus ou moins complémentaires de la production britannique : la France.

Il va de soi que les pays de la première catégorie risquent beaucoup plus que les seconds d'être frappés dans leur mouvement d'affaires avec l'Angleterre.

Prenons d'abord l'Allemagne, une des grandes rivales de l'Angleterre.

Les importations anglaises en Allemagne se sont élevées pour l'année 1903 (commerce spécial, métaux précieux exclus) à la somme de 594 millions de marks.

Les exportations de l'Allemagne vers l'Angleterre ont atteint la même année le chiffre de 982 300 000 marks.

Si l'on détaille le tableau de ces exportations, on s'aperçoit bientôt qu'il est peu de productions allemandes — à part le sucre — qui puissent être considérées comme complémentaires de la production anglaise.

Le sol et les richesses du sous-sol, le climat, les cul-

tures, ne diffèrent pas essentiellement d'un pays à l'autre. Le phénomène de l'accroissement de la population urbaine et industrielle y est également prononcé. La population agricole, composée surtout d'ouvriers ruraux non propriétaires, s'y montre peu apte à la culture méticuleuse.

Et quant aux industries, il se trouve que les quatre plus grandes industries anglaises, industrie houillère, industrie métallurgique, industrie textile, commerce maritime, sont précisément celles qui se sont le plus largement développées en Allemagne.

On peut donc affirmer qu'il est peu d'articles, dans l'ensemble des marchandises que les Allemands vendent aux Anglais, qui ne puissent être produits en Angleterre même.

Cet antagonisme de production ne pourrait manquer de ralentir le mouvement d'affaires qui s'est établi avec la Grande-Bretagne, le jour où des droits de douane entreraient en vigueur.

Il est vrai — et ceci montre une fois de plus la solidarité des marchés économiques — que les pays voisins pourraient être atteints par contre-coup, du rétrécissement des relations de l'Allemagne pour tous ses produits manufacturés avec l'Angleterre. Mettant à profit son organisation économique solide, son esprit d'association, sa foule de commis-voyageurs et de représentants de commerce, l'Allemagne cherchera des débouchés nouveaux en compensation de ceux qui se ferment à son activité et la lutte internationale continuera avec plus d'âpreté que jamais.

La situation ne se présente pas avec le même caractère de gravité immédiate pour les États-Unis. Ceux-ci ont exporté pour 122 112 652 £ de marchandises vers le Royaume-Uni, en l'année 1903.

Mais près des 5/6 de cette somme consistent en denrées alimentaires ou en matières premières exemptes de droits. Il ne resterait donc qu'une vingtaine de millions £ d'objets manufacturés à frapper. Ce qui est peu.

La France, à la différence des deux pays que nous venons de signaler, se trouve dans cette situation favorable que la plupart de ses produits d'exportation vers l'Angleterre, vins, fruits, légumes, soieries, articles de luxe, sont des articles complémentaires de la production britannique. Elle souffrira donc moins des droits protecteurs.

En 1904, les importations anglaises en France se sont élevées à 527 990 000 francs. Les exportations françaises en Angleterre ont atteint le chiffre de 1 219 859 000 francs, en augmentation de 28 358 000 francs sur l'année précédente. En décomposant ce chiffre énorme des ventes de la France à l'Angleterre, on peut ramener à trois ou quatre groupes principaux les articles d'exportation (1) :

Le groupe de la *toilette féminine*, le plus important, comprenant les soieries, les tissus, articles de mode, confections pour dames, dentelles, rubannerie, broderie, bijouterie, lingerie, gants, etc. (approximat., 520 millions).

Le groupe de l'*alimentation* où figurent les vins, cognac, beurre, sucre, fruits, légumes, volailles et œufs (290 millions).

Le groupe de l'*industrie :* produits chimiques ou similaires, produits métallurgiques, bois divers, peaux préparées et brutes, verreries, etc. (210 millions).

Enfin le groupe des *articles d'ornementation et de décoration :* papiers, porcelaines et faïences, tableaux et dessins, cristaux, meubles, bibelots (87 millions).

On voit de suite par cette énumération que c'est à sa situation de pays à monopoles naturels mondiaux tels que les cognacs et les champagnes, de pays favorisé par le climat pour les primeurs et les cultures méridionales, de pays peuplé par une classe énergique de petits paysans propriétaires, d'une part, obtenant du sol les meilleurs

(1) Pour les détails consulter le rapport de M. Jean Périer (année 1904). *Situation économique du Royaume-Uni et commerce franco-britannique en 1903.*

produits agricoles, d'ouvriers et d'artisans, d'autre part, ayant un sens inné du goût et des productions artistiques, que la France doit ses débouchés et qu'elle peut espérer les conserver dans une très large mesure.

Il n'en reste pas moins probable que certaines industries françaises auront à souffrir de l'application des tarifs.

La bijouterie, par exemple, et la joaillerie seront les premières à subir les suites de la politique nouvelle. Les achats de luxe, ceux de la soierie surtout pourront aussi éprouver un certain fléchissement tenant au développement récent de la soie artificielle. La réduction portera surtout sur les articles les plus ordinaires, ceux qui ne comportent pas, et ils tendent à s'accroître, un tour de main perfectionné.

Il ne faut pas oublier enfin que déjà à l'heure actuelle les beurres du Danemark et du Canada font sur le marché de Londres une concurrence redoutable aux beurres de la Bretagne et de la Normandie, et que depuis quelques années on constate une diminution sensible dans la vente des produits de basse-cour.

Il est assez malaisé, au demeurant, de préciser d'ores et déjà les troubles économiques par lesquels passeront telles ou telles industries.

Le plan des *tariff-reformers* n'a pas pris encore assez de consistance pour qu'il soit possible de chiffrer les suites de son application.

Puis reste toujours la question de savoir si l'Angleterre consentira à changer son régime économique et à rompre avec le libre-échange auquel elle doit incontestablement sa prospérité passée, la splendeur de « l'ère Victorienne ».

La thèse protectionniste se heurte encore en Angleterre à de fortes résistances, et nous le comprenons.

Telle que la développe l'opportunisme réciprociste des *fair-traders*, elle tombe sous le coup de la critique de principe que formulait jadis Pirmez dans l'une de ses plus spirituelles boutades.

« Celui qui, subissant l'inconvénient de l'ombre que le mur de son voisin projette sur son fonds, y bâtit un mur contre le premier, est un homme raisonnable à côté d'un réciprociste, disait le caustique orateur. Au moins il n'a plus l'ombre du mur du voisin, et l'ombre du sien ne fait que la remplacer. Mais le pays qui édicte des droits par représailles conserve tout le mal du droit étranger et y ajoute, par ses propres mesures, de nouvelles entraves à son propre commerce (1). »

Il est permis d'ailleurs de se demander si dans leur ardeur à manier les statistiques, les néo-protectionnistes n'ont pas oublié cette règle de prudence que rappelait encore avec tant de sagesse l'illustre R. Giffen dans sa lettre au Times (2) :

« Il importe, quand on les consulte, de ne pas se contenter des apparences ; il faut les employer non comme des preuves elles-mêmes, mais comme un guide pour étudier les faits dont elles rendent compte. »

Il est certain que la situation économique de la Grande-Bretagne a été poussée au noir par les impérialistes, désireux de faire flèche de tout bois. Lorsque Chamberlain, par exemple, dit que le commerce anglais n'a fait aucun progrès depuis trente ans, il exagère visiblement. Il oublie que le chiffre des exportations annuelles, par tête, du Royaume-Uni continue à dépasser de beaucoup celui de l'Allemagne et des États-Unis.

Le phénomène de la progression plus rapide des exportations des pays protectionnistes est incontestable. Mais qu'y a-t-il de plus naturel ? Un enfant grandit plus vite

(1) E. Pirmez. Discours prononcé dans les séances du 28 et du 29 avril 1887 à la Chambre belge. — « Nous ne saurions que nous faire du tort à nous-mêmes, disait le duc de Devonshire, reproduisant la même pensée, si, en plus des tarifs hostiles que nous opposent les autres pays, nous construisions autour de nous une muraille pour arrêter à l'entrée des marchandises étrangères que nous achetons parce que nous y trouvons avantage et qu'elles nous sont nécessaires, et nullement parce que l'étranger trouve avantage à nous les vendre. »

(2) Lettre du 29 octobre 1903.

qu'un adulte. « Nous sommes une ancienne firme, disait Sir W. Harcourt à Rawtenstall ; quand une maison qui possède des millions ajoute un nouveau million à son capital, on ne peut pas dire qu'elle ait progressé de 100 %. Mais quand une firme qui a 100 £, y ajoute 200 £, on dit qu'elle a prospéré de 200 %. »

Le rendement de l'*income-tax*, l'encaissement des droits de succession, le chiffre des dépôts dans les caisses d'épargne permettent de se rendre compte de l'état de prospérité du pays.

Le dernier exercice du budget présenté à la Chambre, le 10 avril dernier, a laissé un excédent de 1 414 000 £ et la dette a été diminuée de 7 550 000 £. Au surplus, si même l'on constate un certain fléchissement dans l'activité du commerce britannique, le libre-échange peut-il en être rendu responsable ? et le régime protectionniste y changerait-il quelque chose ?

On l'a dit avec raison, le plus grand service peut-être que M. Chamberlain ait rendu à ses compatriotes, c'est de les avoir forcés à un véritable examen de conscience.

Fière d'un demi-siècle de prospérité ininterrompue, la classe des fabricants et des commerçants de la Grande-Bretagne n'a pas assez pris garde à la force ascensionnelle qui élevait au rang de rivales de l'Angleterre les nations étrangères. Endormie dans une fausse sécurité, elle n'a pas su déployer à temps l'énergie que commandait la situation nouvelle. Trop longtemps le négociant est resté fidèle à des pratiques commerciales routinières et surannées ; l'industriel s'est contenté d'un outillage démodé ; enfin l'instruction scientifique et technique n'a pas été suffisamment développée.

Là se trouve le secret de la situation amoindrie qui inspire de si vives alarmes au patriotisme britannique. Les avertissements ne lui ont point manqué (1). Puisse-t-il

(1) Dès l'année 1885, la Commission d'enquête sur la dépression commer-

ne pas s'obstiner à rechercher dans une politique protectionniste pleine de risques, une solution qui relève bien plutôt de la volonté et de l'énergie morale de la nation !

CH. DEJACE.

ciale formulait quelques-unes des critiques que nous signalons ci-dessus. Voir aussi Th. A. Ingram, Introd. à une édition populaire de Adam Smith, London, 1903.

III

L'ANGLETERRE ET LA POLITIQUE MONDIALE

—

Le mouvement néo-protectionniste, qui se développe depuis quelques années déjà en Angleterre et qui a reçu une si vive impulsion depuis que l'ancien collaborateur de Gladstone, M. Joseph Chamberlain, sans souci des opinions défendues par lui autrefois, en a pris résolument la direction, est un fait considérable au point de vue économique. Il n'est pas moins important au point de vue politique.

Pour un grand nombre des partisans du mouvement, l'abandon par l'Angleterre du libre-échange, l'adoption d'une politique commerciale plus en harmonie, suivant eux, avec les conditions économiques présentes, est la partie dominante du programme. Il n'en est pas ainsi, cependant, des chefs mêmes du mouvement, et, aux yeux de M. Chamberlain en particulier, la question politique domine la question purement économique. Le changement de politique commerciale, désirable au point de vue économique, est surtout nécessaire à leurs yeux parce que c'est le seul moyen d'accomplir l'œuvre grandiose de l'édification d'un Empire britannique, dont les membres éloignés, les colonies du Canada, d'Australie, de l'Afrique du Sud, devenues à leur tour des nations, viendraient aider la métropole dans l'accomplissement d'une tâche qui, bientôt peut-être, sera trop lourde pour ses seules forces.

« Les partisans d'une réforme de la politique commerciale, écrit M. Joseph Chamberlain, attachent la plus grande importance à la possibilité d'assurer, par des accords préférentiels et réciproques avec nos colonies, un grand développement du commerce dans l'Empire et de faire ainsi le premier pas vers une union commerciale

qui, sous une forme ou sous une autre, doit précéder ou accompagner des relations politiques plus étroites, et sans lesquelles, l'histoire le montre, aucune coopération permanente n'est possible (1). — Sans doute, l'entente commerciale avec les colonies ne peut être réalisée que si la métropole accepte l'imposition au profit des produits coloniaux de droits de douane sur les produits alimentaires : blé, viande, beurre, fromage venant de l'étranger. Et, pendant longtemps au moins, M. Chamberlain a bien été forcé de le reconnaître, ces droits imposeront des charges nouvelles à la population métropolitaine, charges dont le poids sera particulièrement lourd pour les classes pauvres. Mais le but poursuivi ne justifie-t-il pas amplement le sacrifice ?

« Je ne prétends pas, dit M. Chamberlain, que l'union commerciale avec les colonies, ni la reconnaissance du principe que les parties d'un même empire se traiteraient mutuellement avec plus de générosité qu'elles traitent les étrangers, nous donnerait l'union organisée que nous désirons. Mais je dis que ce serait le premier pas dans la direction désirée... La préférence peut conduire ultérieurement au libre-échange dans l'Empire. L'union commerciale a déjà, dans d'autres cas, précédé l'organisation politique. Un plan de défense commune peut suivre le développement d'intérêts communs (2). » Si les adversaires de M. Chamberlain critiquent les moyens auxquels il propose de recourir pour atteindre son but, ils ne sont pas moins désireux que lui de voir réaliser la *Fédération britannique*.

La fédération apparaît aux impérialistes comme le seul moyen qu'ait l'Angleterre de contrebalancer les multiples changements apportés, à son détriment, par les transfor-

(1) *Imperial union and tariff-reform*, novembre 1903 ; Introduction. Ce volume contient les discours prononcés par M. Chamberlain du 1er mai au 4 novembre 1903.

(2) THE OUTLOOK, 11 mars 1905 : *Nelson's year and national duty*.

mations politiques du dernier demi-siècle, et surtout des vingt-cinq dernières années, dans sa situation par rapport aux autres puissances. Aucun homme d'État n'a noté avec plus de netteté que lord Rosebery l'importance de ces changements.

« Il y a cinquante ans, dit-il, nous avions devant nous un monde comparativement inerte. L'Europe ne s'intéressait qu'aux choses d'Europe, guère plus. Les armées des nations de l'Europe continentale étaient relativement peu nombreuses et n'étaient pas en disproportion extrême avec la nôtre. Les États-Unis n'avaient pas d'armée. Dix ou douze ans plus tard, une convulsion terrible déchira la grande République, et pendant quelque temps ses troupes atteignirent un million d'hommes... Vingt ans plus tard, une guerre nationale éclata entre la France et l'Allemagne, qui eut pour résultat la naissance d'un puissant Empire allemand et l'établissement dans toutes les nations européennes du régime de la paix armée.

» Nous restions confiants que ces orages ne pourraient franchir le détroit. Le détroit, à la vérité, a fait beaucoup pour nous. Il nous a souvent permis de nous tenir à l'écart des conflits du continent... Mais il ne peut nous garder contre les attaques de la rivalité éclairée et scientifique dans les arts de la paix. Il ne peut nous protéger contre la subtilité croissante et les développements de l'art de la guerre.

» Il y a eu en outre un changement peut-être plus important encore dans les conditions du monde pendant le dernier demi-siècle. Il y a cinquante ans, les autres peuples restaient paresseusement chez eux, tandis que nous découvrions, développions et annexions les territoires inconnus ou sauvages de notre planète. Le microbe colonial a pénétré presque tout Empire, à l'exception de celui de Charles-Quint... La France, dans les dix ou quinze dernières années, a annexé peut-être un quart de l'Afrique, et elle a fait une irruption considérable en Asie. L'Alle-

magne n'a pas témoigné un moindre désir de devenir une nation coloniale. La Russie poursuit sa voie séculaire d'absorption que n'arrête aucun obstacle, attirant constamment des corps nouveaux dans son orbite prodigieux. L'Italie a été mordue par le même désir d'expansion. Les États-Unis se sont trouvés subitement, tout étonnés eux-mêmes, maîtres d'un nombre d'îles considérables dans le groupe des Philippines. Tout ceci est légitime, mais change notre situation par rapport au reste du monde. Chaque mille de pays dont la carte est encore à dresser, toute tribu de sauvages sont appropriés comme s'ils étaient situés au centre même de l'Europe. Le monde s'est transformé en un continent aux frontières nettement délimitées...

« Puis il y a la question du commerce. Dans les pays étrangers, on avait pris l'habitude de rire du commerce. Il était regardé comme indigne des peuples belliqueux. On nous appelait avec dédain une nation de boutiquiers. Maintenant, toute nation ambitionne devenir une nation de boutiquiers. Ce nouveau dessein est poursuivi avec la même volonté intelligente qui fut appliquée autrefois au maintien de l'équilibre politique. C'est un grand changement : nous avions autrefois une sorte de monopole, nous devons aujourd'hui combattre pour l'existence (1). »

Sortie victorieuse au début du XIXe siècle de sa longue lutte contre la France, l'Angleterre a joui, en effet, jusqu'aux environs de 1880, d'une situation exceptionnelle dans le monde politique. Pendant cette longue période d'environ trois quarts de siècle, la puissance de sa marine lui a assuré une supériorité incontestée sur les mers. Son unique rivale, la France, n'était pas assez forte pour engager seule la lutte contre elle, et aucune autre nation n'avait de marine capable de lui prêter un utile appui. Mais les vingt dernières années ont témoigné

(1) Lord Rosebery à l'Université de Glasgow, 16 novembre 1900 : *Questions of Empire.*

au contraire un développement extraordinaire des marines de guerre. La France a accru considérablement la sienne ; l'Allemagne, en peu de temps, a vu en édifier une puissante, qu'elle augmente chaque année ; l'Italie, la Russie (1), le Japon se sont lancés à leur tour dans cette voie, et les États-Unis sont déjà en possession d'une forte marine, que leurs ressources financières leur permettront d'accroître rapidement.

Depuis le XVIIe siècle, l'Angleterre a regardé la suprématie incontestée de la mer comme la base de son indépendance et de sa fortune. Aussi a-t-elle fait tous ses efforts pour conserver contre ces compétiteurs nouveaux la prédominance que d'heureux événements et sa ténacité lui avaient permis d'acquérir. Elle a consacré à cet objet des sommes considérables : les dépenses pour la marine, dans le budget anglais, qui n'avaient crû que de 251 à 264 millions de francs, dans la période de 1873-1874 à 1883-1884, figuraient pour 860 millions, dans le budget de 1903-1904. C'est une progression qu'il est impossible à l'Angleterre de continuer : elle est donc exposée à voir un jour une coalition de puissances rivales mettre en danger sa suprématie maritime. Danger d'autant plus sérieux que, moins que jamais, l'Angleterre peut envisager la possibilité de voir couper, même partiellement, ses relations avec l'étranger, d'où elle tire la majeure partie des substances nécessaires à sa population et les matières premières de son industrie.

Une autre source d'inquiétude pour l'Angleterre est la vulnérabilité accrue de l'empire du côté de certaines de ses frontières terrestres, qui oblige la métropole, parallèlement avec l'augmentation de ses dépenses navales, à satisfaire à des nécessités militaires nouvelles. Le développement considérable des États-Unis constitue pour le

(1) La défaite de la flotte russe par la flotte japonaise, le 28 mai 1905, fera disparaître la Russie, pour un temps assez long, du nombre des grandes puissances navales.

Canada un danger éventuel, qu'aggrave l'immense étendue de sa frontière continentale, contiguë de l'Atlantique au Pacifique à celle de son puissant voisin. L'expansion continue de la Russie dans l'Asie centrale et la construction par cette puissance de voies ferrées dans cette région constituent une sérieuse menace pour la frontière nord-occidentale de l'empire indien. Ces préoccupations se reflètent dans le budget anglais, où les dépenses militaires ont passé de 337 millions de francs en 1873-1874 à 750 millions en 1903-1904.

En trente ans, l'ensemble des dépenses navales et militaires auxquelles doit faire face l'Angleterre a ainsi presque triplé, tandis que la part de ces dépenses dans le budget total, qui, de 1780 millions de francs en 1873-1874, s'est élevé à 3584 millions en 1903-1904, a crû de 33 °/₀ à 45 °/₀. On comprend que les hommes d'État anglais regardent cette progression avec d'autant plus d'inquiétude que les conditions internationales semblent appeler plutôt une augmentation qu'une réduction de ces dépenses, tandis que la concurrence économique, de plus en plus active, contre laquelle doit lutter l'industrie anglaise, a pour effet un ralentissement dans le progrès de la richesse nationale. D'autre part, malgré le taux d'accroissement que conserve encore sa population, l'Angleterre ne saurait remédier par ses seuls moyens à la faiblesse du nombre où elle se trouve vis-à-vis des grands empires, ses rivaux d'aujourd'hui ou de demain, Allemagne, Russie, États-Unis, et le chiffre de sa population met une limite, plus impérieuse encore que ses facultés financières, à l'extension de sa marine et de son armée.

La *Fédération britannique* semble aux impérialistes le moyen le meilleur, pour ne pas dire le seul, capable de résoudre les difficultés auxquelles se heurte déjà l'Angleterre, et qui ne pourront que croître dans l'avenir.

L'Empire britannique est loin de posséder la force que son immensité pourrait faire présumer : il a une superficie

plus que triple de celle de l'Europe et une population sensiblement supérieure à celle-ci, mais de ses 400 millions d'habitants, 52 millions seulement sont de race blanche, et c'est sur eux seuls que repose la lourde charge de la défense d'un domaine aussi étendu. Jusqu'ici, même, la défense impériale a pesé uniquement sur la métropole. Les colonies blanches du Canada, de l'Australie, de la Nouvelle-Zélande, de l'Afrique du Sud, ne supportent pour cet objet que des charges dérisoires. Les dépenses militaires et navales réunies de l'Empire dépassent 2 milliards de francs : l'Angleterre en paie 1600 millions, l'Inde 500, les colonies autonomes 50 seulement (1). Tandis que le contribuable métropolitain paie de ce chef 36 fr. 55 d'impôts, au Canada, les mêmes objets n'occasionnent qu'une dépense de 2 fr. 50 par tête ; dans la Nouvelle-Galles du Sud, 4 fr. 25 ; en Victoria, 4 fr. 05 ; en Nouvelle-Zélande, 4 fr. 15, et dans les colonies du Cap et de Natal, 2 fr. 50 et 3 fr. 75, respectivement (2). N'est-il pas légitime de la part des hommes d'État anglais, de se tourner vers ces colonies et de leur demander de prendre une part équitable de ces charges ? « L'Empire s'est développé ; ce développement a exigé des dépenses croissantes. Comment y subvenir ? Tout le monde répondra :

(1) Répartition des dépenses militaires et navales de l'Empire britannique, 1903-1904 :

Dépenses militaires :			Dépenses navales :			
Angleterre	750 millions de fr.		Angleterre		868 millions de fr.	
Empire indien	470	—	Empire indien		11	—
Ceylan, Maurice, Hong-Kong (contribution au budget anglais)	10	—	Contribution des colonies autonomes au budget anglais :			
Colonies autonomes (dépenses sur leur territoire)	40	—	Australie et Nouvelle-Zélande	6 000 000		
			Le Cap	1 250 000		
			Natal	375 000		
			Canada	nil		
					8	—
	1270	—			879	—

(2) D'après le secrétaire colonial, M. Chamberlain, à la conférence coloniale de 1902.

au moyen d'un trésor impérial. Je voudrais qu'il y en eût un », disait, il y a quelques années déjà, sir Michael Hicks-Beach, alors chancelier de l'échiquier (1).

Un même problème se pose pour l'utilisation de la matière militaire de ces grandes colonies, dont la population blanche dépasse onze millions d'habitants. Sans doute, elles ont prouvé lors de la guerre du Transvaal, qu'elles sauraient, en cas de péril extrême, aller au secours de la métropole, mais celle-ci doit se fier à leur bonne volonté, elle ne peut exiger d'elles l'envoi d'un seul homme hors de leur territoire, et aucun plan ne prévoit la coopération éventuelle de ces forces. La Commission d'enquête nommée après la guerre sud-africaine a appelé dans son rapport l'attention sur ce point : « Si la guerre nous a appris quelque chose, c'est qu'il existe dans l'Empire, dans le Royaume-Uni, ses colonies et ses dépendances, une réserve de forces militaires que, pour de multiples raisons, nous ne pouvons ni ne voulons convertir en une armée permanente, mais auxquelles nous pouvons être encore heureux de faire appel, dans un moment critique, comme nous avons fait en 1899. A ce moment rien n'avait été préparé pour utiliser ces vastes ressources. Rien n'avait été prévu, concernant la paie ou l'organisation, les conditions de service ou même l'armement de ces forces auxiliaires (2). » La sécurité de l'Empire exige une entente commune entre la métropole et ses colonies pour l'entraînement et la préparation de ces réserves, seul moyen de pouvoir faire fonds sur elles, le moment venu.

La fédération, en resserrant les liens, devenus presque purement nominaux aujourd'hui, qui unissent l'Angleterre et ses colonies autonomes, permettrait, pensent les impérialistes, de résoudre ces nombreuses et difficiles questions. L'union douanière donnerait à la métropole la large

(1) A la Chambre de commerce de Liverpool, 24 octobre 1900.

(2) *Rapport de la Commission d'enquête sur la guerre sud-africaine*. Cd. 1789, p. 83.

base dont ses industriels ont besoin pour lutter avec succès contre leurs rivaux ; et en assurant aux colonies un privilège sur le marché anglais, elle favoriserait leur agriculture et dévierait vers elles le courant de l'immigration britannique qui va, pour la plus grande part, se perdre aux États-Unis. Grâce à l'aide financière des colonies, le contribuable anglais verrait s'alléger le fardeau des dépenses militaires dont il commence à trouver le poids trop lourd. Enfin, les colonies qui peuvent, à la différence de la métropole, donner encore asile à une population considérable, fourniraient à l'Empire une matière militaire abondante et de qualité supérieure. L'Empire britannique deviendrait ainsi une réalité : l'immensité de ses ressources lui permettrait de reconquérir, dans le monde politique comme dans le monde économique, la suprématie qui a déjà échappé à l'Angleterre et il pourrait continuer sans danger la politique de « splendide isolement » que celle-ci a pratiquée au cours du XIXe siècle, sans avoir à s'embarrasser d'alliances ou d'intérêts, qui exigent souvent le sacrifice d'ambitions ardemment caressées.

Mais, lorsqu'on étudie toutes les difficultés qu'auront à vaincre les partisans de la *Fédération britannique* pour réaliser leur dessein, on s'aperçoit vite qu'il faudrait un singulier concours de circonstances et une rare clairvoyance, accompagnée d'une véritable abnégation, chez les intéressés pour leur permettre d'en triompher. Et l'on est bientôt convaincu que ce grandiose projet restera vraisemblablement dans le domaine des chimères et des rêves.

L'union douanière nécessite un changement complet dans la politique commerciale de l'Angleterre. Pour la réaliser, il faut que le peuple anglais consente à la taxation des produits alimentaires, peut-être même des matières premières, seul moyen de satisfaire les colonies.

Celles-ci, de leur côté, devraient accepter l'entrée en franchise sur leurs territoires des produits manufacturés anglais, et, par suite, créer pour leurs industries nationales une concurrence redoutable.

L'union financière et militaire entraîne nécessairement une modification des rapports politiques existants entre la métropole et ses colonies. Actuellement, l'Angleterre dirige seule, à son gré, sa politique générale ; les quelques subventions que certaines colonies versent à la métropole pour la marine sont trop peu importantes pour leur créer un droit à participer au Conseil impérial. Mais si ces subventions prenaient le caractère de participation proportionnelle aux dépenses de défense de l'Empire, les colonies exigeraient certainement le droit de surveiller l'emploi de ces crédits et celui non moins important d'être entendues au sujet des questions de politique extérieure. Par contre, les colonies devraient sacrifier une partie de l'autonomie dont elles se montrent si singulièrement jalouses : elles ne pourraient plus être, comme aujourd'hui, maîtresses absolues de leur régime financier et militaire. La fédération nécessiterait la création d'un organe nouveau, auquel le Parlement de Westminster et les parlements coloniaux devraient abandonner une partie, et non la moindre, de leurs prérogatives.

Sans doute, la métropole pourrait conclure avec ses colonies, tout comme elle ferait avec des puissances étrangères, des ententes douanières, financières, militaires même, et l'on éviterait ainsi quelques-unes des difficultés qui rendent si embarrassante la conclusion d'une union véritable. Mais cette politique ne serait qu'un remède insuffisant. Dans le dernier discours qu'il a prononcé avant de quitter le Transvaal, lord Milner, profitant sans doute de ce qu'il n'avait déjà plus de fonctions officielles, l'a déclaré sans détour : « Lorsque nous autres, impérialistes, nous parlons de l'Empire britannique, nous avons l'idée

d'un groupe d'États indépendants en tout ce qui concerne l'administration locale, mais unis pour la défense d'intérêts communs et le développement d'une civilisation commune — unis, non par une alliance, car les alliances se font et se défont, et elles n'ont jamais qu'une durée éphémère, mais unis dans une union organique permanente (1). »

Le but final que poursuivent les impérialistes n'est autre que la création d'une nationalité nouvelle, la nationalité britannique, où viendraient volontairement se fondre la vieille nationalité anglaise, et les jeunes nationalités canadienne, australienne, sud-africaine. Ni le peuple anglais, ni celui des colonies, que déjà, avec le sentiment de la réalité, les Anglais appellent les « nations-sœurs », ne paraissent disposés à faire un pareil sacrifice, et tout fait présumer que, dans le cours de leur développement, les caractéristiques qui distinguent déjà chacune de ces jeunes nations, loin de s'atténuer, iront au contraire en augmentant.

L'édification de la *Fédération britannique* apparaît donc comme un projet irréalisable. Les hommes d'État anglais parviendraient-ils, d'ailleurs, à force d'habileté, à triompher des nombreux obstacles qui se dressent sur leur route, que, de très longtemps, la fédération serait incapable de rendre, pour la défense même de l'Empire, les services qu'ils en attendent. La population blanche des colonies autonomes n'est que de 12 millions d'habitants à peine, et il faudrait que celle-ci progressât avec une rapidité considérable, et tel n'est pas le cas, pour que les colonies pussent rendre à la métropole les services qu'elle en espère et l'aider efficacement dans ses efforts pour retenir la suprématie maritime qui lui échappe.

(1) Lord Milner, à Johannesburg, 31 mars 1905 : THE STAR, Johannesburg, 1er avril 1905.

Au cours du XIXe siècle, l'Angleterre, sûre de sa puissance, abritée par sa situation insulaire contre les complications politiques de l'Europe continentale, maîtresse incontestée de la mer, a pu, sans danger, rester dans un « splendide isolement », qui a fait son orgueil. Les changements survenus dans le monde politique pendant les vingt-cinq dernières années vont la contraindre à chercher, à l'exemple des autres puissances, dans une politique d'ententes ou d'alliances, les garanties nécessaires à la sécurité de son vaste empire.

Ces préoccupations nouvelles se sont fait jour depuis quelques années chez les publicistes anglais, qui donnent une attention de plus en plus grande à l'étude des groupements éventuels des puissances mondiales, et cherchent à découvrir la voie dans laquelle leur pays aura le plus d'intérêt à s'engager (1). S'ils diffèrent sur les alliances à conclure, tous sont d'accord sur la nécessité pour l'Angleterre de maintenir en Europe un équilibre tel qu'aucune nation ou qu'aucun groupe de nations ne se juge à un moment donné assez fort pour attaquer sa puissance.

L'Allemagne est, à cet égard, l'adversaire que redoutent le plus à l'heure actuelle les hommes d'État anglais, soit que, après avoir réussi à établir son omnipotence sur le continent, elle se trouve libre de donner le meilleur de ses forces à l'expansion maritime, soit qu'elle réussisse à grouper autour d'elle dans une vaste coalition contre la Grande-Bretagne, les puissances navales européennes.

Ce danger ne peut être prévenu que par une entente avec l'Allemagne elle-même, ou par une entente avec la France, dont l'appui est indispensable pour la réussite d'une coalition contre l'Angleterre.

Pendant un temps, les préférences anglaises se sont manifestées pour l'Allemagne, mais depuis une dizaine

(1) Une des études les plus intéressantes sur ce sujet est l'ouvrage de M. Spencer Wilkinson : *The great alternative, a plea for a foreign policy* ; 1894 ; 2e éd. en 1902.

d'années, il s'est développé entre les deux nations une rivalité qui semble rendre impossible tout accord de longue durée. A mesure que s'est accentué le développement économique de l'Allemagne et que se sont manifestées les ambitions extra-européennes de celle-ci, l'Angleterre a vu augmenter et s'amplifier les incompatibilités qui lui rendent impossible de conclure une entente avec cette puissance.

Sur tous les marchés, ce sont les produits allemands qui font la concurrence la plus heureuse aux produits anglais, et à cette rivalité économique est venue s'ajouter une active rivalité politique. Depuis que Guillaume II, non content de la situation occupée par l'Empire allemand dans l'Europe continentale, a déclaré que « l'avenir de l'Empire est sur mer » et a donné tous ses soins à la création d'une puissante marine de guerre, il a heurté de front les ambitions anglaises. L'Angleterre appréhende qu'à la faveur de complications politiques, qu'il est toujours possible de faire naître, son adversaire ne réussisse à étendre vers l'ouest ses territoires maritimes. Elle l'a vu avec inquiétude s'établir en Extrême-Orient, et les visées impériales sur l'Asie mineure lui font redouter l'établissement d'un nouveau rival hardi et entreprenant sur la route des Indes, dont la sécurité est une de ses plus grandes préoccupations.

Aux yeux des Anglais, l'Allemagne se dresse maintenant comme une rivale acharnée, avec qui l'entente est impossible. « Aucun intérêt anglais, écrivait récemment un publiciste dont les articles font autorité, ne peut être satisfait par la satisfaction d'un intérêt allemand. » Et, examinant le but de la politique allemande, il concluait que tout indique que l'Allemagne se prépare à disputer à l'Angleterre l'empire de la mer et qu'elle aborde cette tâche avec de sérieux éléments de succès : « Les Allemands sont en train de créer une marine plus capable que toutes celles qui l'ont précédée de se mesurer à la nôtre vaisseau à vaisseau. Ils ne construisent pas cette force

offensive dans la mer Jaune, mais bien sur la mer du Nord même, là où le triomphe d'un drapeau étranger détruirait tout l'édifice de l'Empire britannique par *un coup au centre*. Ils développent plus vite que nous leur commerce et leur richesse ; en même temps, leur population s'accroît plus vite. Rendons-nous mieux compte qu'on ne le fait habituellement de ce que cela signifie. Nous nous contentons le plus souvent de constater que le revenu d'un Allemand est seulement, en moyenne, les deux tiers du revenu d'un Anglais. La différence tend d'ailleurs à diminuer. Mais prenons-la telle qu'elle est. Soixante millions d'Allemands, avec chacun des facultés imposables moindres, peuvent fournir à leur État des ressources financières égales à celles que fournissent quarante millions d'Anglais. La ressource financière de ce grand État (*great State asset*), en considérant la richesse nationale totale, abstraction faite des ressources de chacun, tend à devenir en Allemagne égale à ce qu'elle est en Angleterre. Le système de la conscription est moins coûteux que notre système de volontaires. En dépit des récentes et passagères difficultés financières allemandes dues en partie à une crise commerciale maintenant terminée, en partie à des causes plus techniques qui découlent de l'attribution exclusive des impôts directs aux États confédérés et des impôts indirects à l'Empire — l'Allemagne devient de plus en plus capable d'entretenir des flottes. Si elle trouve la possibilité de réduire ses charges militaires, soit à la suite d'une entente avec la Russie, soit à la suite de l'affaissement intérieur qui peut résulter pour la Russie d'une défaite complète en Extrême-Orient, l'Allemagne, avec ses ressources financières commerciales et industrielles, sera parfaitement capable de lutter pour la suprématie maritime. (1) »

Les défaites de la Russie, qui vont pour longtemps retirer à l'Allemagne toute préoccupation sérieuse au sujet de

(1) Calchas, FORTNIGHTLY REVIEW, juillet 1904.

sa frontière orientale, ne sont pas pour diminuer les appréhensions de l'Angleterre. Toute entente anglo-allemande semble donc bien irréalisable.

A mesure que l'impossibilité d'une pareille entente devenait plus apparente, c'est du côté de la France que les hommes d'État anglais, puis la population elle-même se tournaient pour chercher l'appui dont la Grande-Bretagne sent aujourd'hui la nécessité. La longue rivalité qui a séparé pendant plus de trois siècles ces deux nations peut faire douter de les voir conclure à notre époque un accord durable. Mais, combien est différente aujourd'hui la situation de ce qu'elle était quand lord Chatham s'écriait au Parlement anglais (1762) : « Que les ministres de S. M. n'oublient jamais ce grand principe, le principe directeur de notre politique : la seule chose que l'Angleterre ait à craindre ici-bas, c'est de voir la France devenir une puissance maritime, commerciale et coloniale. »

En fait, l'Angleterre, après avoir détruit à la fin du XVIIIe siècle l'empire colonial français, a usé de toute sa puissance pour empêcher la France pendant les trois premiers quarts du siècle suivant de reprendre sa politique d'expansion coloniale. Malgré cette hostilité, la France a réussi à reconstituer un empire extra-européen. Mais, tandis que les Anglais appréhendent les besoins d'expansion de l'Allemagne, ils estiment que les ambitions de la France sont aujourd'hui satisfaites et qu'elle n'a aucun désir d'ajouter encore à ses domaines d'outre-mer. L'état stationnaire de sa population impose en effet une limite à ses désirs d'expansion, et l'étendue de ses colonies d'exploitation est largement suffisante pour occuper son activité et fournir des emplois fructueux à ses capitaux. En acceptant de bonne foi la situation actuelle de la France, l'Angleterre peut donc espérer, malgré la rivalité qui a si longtemps séparé les deux pays, conclure avec elle, sinon une alliance, du moins un accord sincère et durable. Elle aura à vaincre, chez la population française, de légitimes et sérieuses

appréhensions, mais les événements récents ont agi complètement dans le sens de ses désirs. La Russie aura besoin de nombreuses années pour réédifier ses forces militaires et navales détruites dans sa lutte malheureuse contre le Japon. En Europe, la France sera de nouveau isolée en face de la triple alliance. Elle ne pourrait lier partie avec l'Allemagne que si celle-ci consentait à accepter pour la question d'Alsace-Lorraine une solution compatible avec la dignité française, mais l'Allemagne n'est pas disposée à abandonner Metz et Strasbourg. D'autre part, de toutes les nations européennes, la France est celle qui peut le moins se prêter à un accroissement nouveau de l'Empire allemand. Ainsi, la raison, calmant les appréhensions héréditaires, peut la conduire vers un rapprochement avec la Grande-Bretagne et lui faire accepter favorablement les avances de celle-ci.

L'entente avec la France deviendrait ainsi le pivot de la politique anglaise en Europe. Elle la délivrerait de la crainte de voir s'effectuer à son détriment un groupement des puissances continentales autour de l'Allemagne, et elle lui permettrait de ralentir la progression de ses armements maritimes.

Avant ses derniers désastres qui, au moins pour un long temps, vont le rayer du rang des grandes puissances navales et avant la période de troubles intérieurs où il est entré, l'Empire des tsars était, avec l'Allemagne, un des plus sérieux rivaux de l'Angleterre. En Europe, sa flotte de la Baltique pouvait renforcer efficacement la flotte allemande. En Asie, sa situation en Extrême-Orient lui permettait de rivaliser d'influence avec l'Angleterre à la cour de Peking et faisait de lui un des plus importants facteurs de la question chinoise. Dans l'Asie centrale, son expansion continue vers le sud; la construction du Transcaspien d'abord, puis, plus récemment, la ligne d'Orenburg à Tachkent, achevée pendant la guerre avec le Japon, qui mettent en relations rapides le cœur de

l'empire avec les plaines de l'Afghanistan, constituent une menace dangereuse sur le flanc de l'Empire des Indes, et lui donnent un moyen de pression efficace sur l'Angleterre. La question de l'entente avec la Russie est une de celles qu'ont le plus agitées, dans les dernières années, les publicistes et les hommes d'État anglais. Le sentiment général à ce sujet a subi de profonds changements. Pendant longtemps, il paraissait impossible que l'accord entre ces deux rivales asiatiques pût jamais se faire. En 1890, sir Charles Dilke s'y déclarait opposé, jugeant trop grands les sacrifices que l'Angleterre devrait consentir dans ce but : l'abandon du nord de l'Afghanistan, qui porterait la puissance russe plus près de l'Inde, et l'autorisation tacite donnée à sa marche vers les Dardanelles, qui créerait une menace pour la route de Suez (1). Quelques années après, M. Spencer Wilkinson déclarait l'opposition à la Russie « le point cardinal de la politique anglaise, de toute défense des intérêts britanniques (2) ». Depuis, l'antagonisme allemand est devenu plus pressant, il a absorbé davantage l'attention des publicistes anglais, et ceux-ci ont jugé d'un point de vue plus calme la rivalité russe. A la fin de 1901, Calchas déclarait que : « A moins de se résigner à la conscription, de construire une flotte capable de tenir tête à celle des trois plus grandes puissances navales réunies, et d'augmenter démesurément les dépenses de ce chef, la seule assurance contre la possibilité de voir un jour l'Allemagne à la tête d'une Europe hostile, était un accord avec la Russie (3) ». Vers la même époque, M. Henry Norman, qui connaît très bien les questions asiatiques, se disait « profondément convaincu qu'une entente durable entre les deux nations était non seulement désirable au-dessus de toutes choses, mais encore lui paraissait dans le domaine des possibilités » (4). Lord Reay, prési-

(1) *Problems of Greater Britain.*
(2) *The nations awakening,* 1895.
(3) FORTNIGHTLY REVIEW, décembre 1901.
(4) *All the Russias*, 1902.

dant en février dernier une réunion du *National liberal Club*, exprimait l'opinion que le moment n'était pas éloigné où il serait possible de trouver avec la Russie une base d'entente qui ferait disparaître la défiance constante existant entre les deux pays. L'arrêt que va subir nécessairement pendant un temps l'expansion russe pourra faciliter une amélioration des rapports entre les deux pays, qui trouveront dans la France, désireuse d'être utile à son alliée malheureuse, un intermédiaire amical. Il ne saurait être, en effet, de l'intérêt de la Russie de se mettre entièrement dans la dépendance de l'Allemagne, ce qui serait pour elle la suite fatale d'une entente étroite avec cette puissance, entente à laquelle la France serait dans l'impossibilité de participer.

L'Angleterre, obligée de se résigner à cette politique d'ententes ou d'alliances, devra nécessairement se préoccuper aussi de l'attitude d'une puissance nouvelle venue dans la politique mondiale, mais appelée à y jouer à bref délai un rôle important : les États-Unis. L'opinion anglaise se montre favorable à une entente avec eux. Il n'est guère d'avances que les hommes d'État anglais n'aient déjà faites, d'accord en cela avec le sentiment général du pays, aux « cousins d'outre-Atlantique », et l'alliance anglo-américaine est souvent présentée comme le complément de l'édification de la *Fédération britannique,* comme la conclusion naturelle d'une vaste ligue capable d'assurer aux peuples anglo-saxons la suprématie définitive sur tous les autres. A regarder de près ces projets, il ne semble pas cependant que l'entente étroite avec les États-Unis puisse être susceptible d'une longue durée. La rivalité économique entre les deux pays est déjà très vive, et elle s'annonce comme une lutte où les États-Unis, rien que par l'abondance de leurs richesses naturelles et l'importance de leur population, auront de leur côté des éléments de succès qui manquent à leurs rivaux. N'y a-t-il pas une autre cause de rivalité dans les efforts des États-Unis

pour développer aussi rapidement que possible leur puissance navale ? Est-il certain d'ailleurs que le centre de direction de cette vaste alliance anglo-saxonne, rêvée par quelques-uns, puisse être conservé à Londres ? N'y aurait-il pas, au contraire, beaucoup de chances pour qu'il se trouve un jour transporté à Washington ? Que serait alors la Grande-Bretagne, sinon un simple poste avancé de la république américaine sur les confins du monde européen ? La fierté et les intérêts de l'Angleterre s'accommoderaient-ils d'une semblable situation ? Mais les avances anglaises n'ont été reçues jusqu'ici par les États-Unis qu'avec circonspection. Toute idée d'alliance ou d'entente étroite avec une autre puissance est contraire à la politique traditionnelle des États-Unis, et il ne semble pas que les événements puissent avant longtemps les obliger à modifier leur attitude à cet égard. Sans doute, à mesure que leurs intérêts débordent leurs frontières, ils devront prêter une plus grande attention à la politique internationale, mais leur situation géographique, qui les laisse sans voisins dangereux, leur richesse et leurs forces font d'eux la seule puissance capable de reprendre au XXe siècle la « politique d'isolement » dans laquelle avait pu se complaire la Grande-Bretagne au siècle précédent. Ainsi, parce que le Canada constitue pour les États-Unis vis-à-vis d'elle un gage dangereux, l'Angleterre devra s'efforcer de rester en bons termes avec eux, mais elle ne saurait faire de cette entente le pivot de sa politique générale, et il y a bien des chances pour que, dans un avenir peut-être peu éloigné, la flotte américaine se présente comme une rivale plutôt que comme une alliée de la flotte anglaise.

La question d'Extrême-Orient jouera assurément un rôle important dans les groupements de puissances auxquels l'Angleterre sera amenée à participer. Son alliance avec le Japon a été le premier signe de la reconnaissance par ses hommes d'État du changement de situation qui la contraint à modifier sa politique. Renouvellera-t-elle cette

alliance ou l'abandonnera-t-elle pour un autre système ? La question du « péril jaune » semblerait nécessiter au plus tôt, suivant des publicistes autorisés, l'union de toutes les puissances blanches pour le conjurer. Ce péril ne frappe pas le public anglais au même degré que les peuples de l'Europe continentale. Les hommes d'État anglais ne se laissent pas impressionner outre-mesure par les ambitions que ses victoires récentes ont pu faire naître chez le peuple japonais, et ils paraissent craindre davantage les visées allemandes que les visées japonaises. Cette raison, jointe à leur appréhension de voir l'Allemagne elle-même conclure l'alliance qu'ils auraient repoussée, les incite à renouveler, en étendant même ses clauses, le traité qui viendra à expiration à la fin de 1907. L'Angleterre voit dans cette alliance une garantie contre le partage de la Chine, et la possibilité de réduire ses forces navales dans le Pacifique. Il y a peu de temps, M. Chamberlain se déclarait favorable à « une alliance défensive mutuelle entre le Japon et la Grande-Bretagne, qui assurerait pour un temps indéfini la paix en Extrême-Orient et donnerait à nos alliés comme à nous-mêmes la sécurité de nos possessions » (1). Quelques jours après, lord Lansdowne, à la parole de qui sa situation de ministre des Affaires étrangères donne une importance particulière, se prononçait également, non seulement pour le renouvellement du traité, mais encore pour son extension (2). Il est vraisemblable que, si les élections prochaines portent les libéraux au pouvoir et que ce soit à eux qu'incombe le devoir de décider cette question, malgré quelques dissidences dans le parti, ils n'agiront pas autrement que feraient les conservateurs.

L'alliance avec le Japon, la signature des conventions de 1904 avec la France, le désir avoué de marcher d'accord avec cette puissance dans la politique internationale,

(1) Au *Liberal Union Club*, à Londres, 12 avril 1905.
(2) A la *National Union of Conservative Association*, 1 juin 1905.

sont la preuve que les hommes d'État anglais se sont rendu compte de la nécessité pour leur pays d'abandonner la « politique d'isolement ». Leur but immédiat est d'empêcher toute expansion nouvelle de l'Allemagne, de rendre impossible la formation d'une alliance continentale qui grouperait des forces maritimes capables de tenir tête avec chance de succès aux flottes anglaises, et de s'efforcer de maintenir en Extrême-Orient un *statu quo* favorable aux intérêts britanniques.

L'accord — en Angleterre, on préconise déjà une alliance formelle — avec la France est le pivot nécessaire de cette politique. Cet accord serait complété par l'alliance avec le Japon, par une entente avec les États-Unis pour la question d'Extrême-Orient et, si possible, par un accord avec la Russie, que l'intermédiaire de la France rendrait sans doute plus aisé à conclure, sur les points où la politique asiatique des deux puissances s'est trouvée jusqu'à présent en conflit.

Cette politique est-elle réalisable ? Elle se heurtera nécessairement à l'hostilité de l'Allemagne, hostilité d'autant plus vive que cette puissance, depuis quelque temps déjà, sent chanceler la Triplice. L'Autriche-Hongrie est en proie à des discussions intérieures qui diminuent fort sa liberté d'action. L'Italie ne voit pas dans la Triplice une sauvegarde indispensable pour sa sécurité ; ses désirs d'expansion sur la rive orientale de l'Adriatique menacent de créer un dangereux conflit entre elle et l'Autriche, et des démonstrations récentes indiquent de sa part un désir loyal de rapprochement avec la France, dont elle ne suspecte plus la sincérité.

Si elle ne parvenait pas à s'opposer à la réalisation des desseins vers lesquels ses intérêts poussent en ce moment l'Angleterre, l'Allemagne risquerait donc de se trouver isolée en face d'un groupement de puissances dont sa rivale la plus redoutable serait l'esprit directeur.

La conduite de l'empereur Guillaume II à l'égard de la

France, au sujet de la question du Maroc, est la manifestation du dépit qu'il éprouve de l'orientation récente de la politique de sa voisine de l'ouest et un coup droit porté à la politique de l'Angleterre. Il semble qu'il ait voulu donner un avertissement à ces deux puissances et leur montrer qu'il supporterait mal voir se développer entre elles une intimité étroite qui pourrait être fatale à l'accomplissement des projets dont il souhaite la réalisation.

Nous allons donc assister à une lutte diplomatique ardente entre l'Angleterre et l'Allemagne pour conquérir l'amitié de la France, et éventuellement son alliance. L'Angleterre s'efforce de prouver à celle-ci la sincérité de son attitude présente et lui demande d'oublier les mésintelligences passées. Que fera l'Allemagne ? Et que fera la France ?

ACHILLE VIALLATE.

IV

LES INTÉRÊTS D'ANVERS

—

Il y a soixante-quinze ans, lorsque les grandes puissances convinrent de reconnaître l'existence de la Belgique indépendante, elles étaient loin de s'imaginer qu'en donnant la naissance politique à cette nation, dont le territoire est si exigu qu'il faut le chercher sur la carte du globe, ce petit pays deviendrait rapidement la première nation économique du monde.

Nos pères non plus, dans leur héroïque effort pour conquérir la liberté, n'eurent pas l'intuition de l'incroyable prospérité commerciale et industrielle qu'atteindrait bientôt leur nationalité affranchie, au point que les périodes les plus brillantes de son histoire sont dépassées et qu'elle est citée, avec envie, parmi les peuples les plus heureux.

Ce n'est pas le moment d'examiner les causes qui ont permis à la nation belge reconstituée d'effacer, en un si court espace, les traces de ses malheurs passés et de mener son essor matériel à si haut point. Il faut en rendre hommage aux qualités distinctives de la race, à son labeur intelligent, aux vertus morales dont l'influence religieuse a maintenu l'empire et dont un effet historique est l'accroissement de la population, dans une proportion qui dépasse notablement l'augmentation moyenne de la population européenne ; enfin à l'action prévoyante des gouvernants qui se sont toujours assigné la mission de stimuler l'activité économique de la nation.

Dans cette activité, le premier rôle appartient à notre expansion commerciale et il est aisé d'établir que nulle part, sauf peut-être en Allemagne, depuis trente ans, les progrès du commerce n'ont été aussi rapides que chez nous.

Deux chiffres en feront saisir toute l'importance. En 1831, le total de nos importations et de nos exportations réunies s'élevait à 186 543 841 fr., et notre commerce de transit à 8 024 512 fr.

En 1904, le total des importations et des exportations de la Belgique s'élevait à 4 965 500 000 fr., soit une augmentation de 2661 p. c. dans l'espace de 74 ans ; et notre commerce de transit passe dans le même temps à 1 665 800 000 fr., soit une augmentation de 20 758 p. c.

La progression s'est particulièrement fait sentir dans la période de vingt années qui va de 1884 à 1904. De 2 763 224 320 fr. qu'étaient nos exportations et importations réunies en 1884, elles passent en 1904 à 4 965 500 000 fr., soit une augmentation de 179 p. c. ; en même temps notre transit, qui était de 1 340 202 511 fr. en 1884, s'élève en 1904 à 1 665 800 000 fr., soit une augmentation de 124 p. c.

L'ascension récente du commerce belge est d'autant plus digne de remarque que, d'après les travaux du statisticien Jurasbech, cité par M. Georges Blondel dans son ouvrage l'*Essor industriel et commercial du peuple allemand*, le commerce général du monde n'avait augmenté que de 8 p. c. depuis 1883.

En soixante-quinze ans, le commerce total de la Belgique est donc devenu quarante fois plus important, tandis que, d'après l'auteur de l'ouvrage *Sixty years a Queen*, publié à l'occasion du jubilé de la reine Victoria en 1897, le commerce de l'Angleterre ne serait devenu que sept ou huit fois plus considérable en une période de soixante ans, qui marque pourtant l'apogée de la puissance britannique.

Si l'Allemagne peut se prévaloir d'une progression de son commerce général, au moins aussi forte que la nôtre, dans le dernier espace de vingt ans, il faut reconnaître que ce résultat est dû dans une mesure moins grande à l'augmentation de ses exportations qu'à l'augmentation de ses importations, en suite de l'accroissement de la for-

tune publique que lui ont amené les victoires de 1870 et l'essor matériel dont elles ont été le signal ; tandis qu'en Belgique, on constate la marche ascendante, pour ainsi dire parallèle, du commerce d'importation et d'exportation.

Enfin, si on veut se rendre compte du rôle particulièrement important du commerce dans l'économie nationale, on n'a qu'à se rapporter au tableau dressé par le Ministère de l'Industrie et du Travail, à l'occasion de l'Exposition universelle de Paris en 1900.

On y trouve qu'en comparant la valeur absolue du commerce spécial, en 1898, des huit nations les plus commerçantes du monde avec leur population pour obtenir la valeur du commerce spécial par tête d'habitant, la Belgique occupe le septième rang d'importance, d'après la valeur absolue, mais qu'elle arrive largement au premier rang, avant l'Angleterre et l'Allemagne, d'après la valeur relative par habitant.

Ce travail a été refait d'après des données plus récentes, et, malgré l'approximation toujours plus ou moins sujette à caution de pareilles statistiques, il en ressort cependant à suffisance que, depuis cinq ans, la Belgique est passée du septième rang au cinquième pour l'importance absolue du commerce, parmi les nations les plus commerçantes du monde, et qu'elle tient toujours la tête au point de vue de l'importance relative des échanges par habitant et par superficie du territoire.

Voici d'ailleurs, à cet égard, les tableaux qui ont paru dans un hebdomadaire, La Chronique industrielle, maritime et coloniale (Bruxelles, 19 mai 1905) :

Commerce

	Total Fr.	Importation Fr.	Exportation Fr.
Grande-Bretagne	19 546 450 000	12 026 000 000	7 520 450 000
Allemagne	14 328 000 000	7 865 000 000	6 463 000 000

	Total Fr.	Importation Fr.	Exportation Fr.
États-Unis	12 821 125 000	5 395 350 000	7 425 775 000
France	9 011 950 000	4 556 450 000	4 475 500 000
Belgique	4 674 225 000	2 618 950 000	2 055 275 000
Autriche-Hongrie	4 285 775 000	2 130 275 000	2 155 500 000
Italie	3 475 325 000	1 858 125 000	1 615 200 000
Suisse	2 095 000 000	1 210 000 000	885 000 000
Japon	1 889 975 000	939 700 000	950 275 000
Espagne	1 681 700 000	855 875 000	847 825 000

Population et superficie

	Habitants par kilom²	Population	Superficie Kilom²
Belgique	237	6 985 000 en 1905	29 456
Grande-Bretagne	136	42 700 000 » —	315 555
Italie	116	33 000 000 » 1904	286 000
Japon	115	48 000 000 » 1901	417 400
Allemagne	104	56 000 000 » 1900	540 000
Suisse	80	3 325 000 » —	41 346
France	72	38 960 000 » 1901	536 000
Autriche-Hongrie	72	45 000 000 » 1900	625 500
Espagne	37	18 600 000 » —	504 552
États-Unis	9	80 000 000 » 1905	9 420 670

Commerce par habitant

		Total	Importation	Exportation
Belgique	fr.	669	375	294
Suisse	»	628	365	265
Grande-Bretagne	»	457	281	176
Allemagne	»	255	140	115
France	»	231	116	115
États-Unis	»	160	67	93
Italie	»	105	56	49
Autriche-Hongrie	»	95	47	48
Espagne	»	91	45	46
Japon	»	39	19	20

Il n'y a donc aucune nation chez qui l'activité commerciale soit aussi intense que la nôtre et, si on a pu dire avec raison que les progrès de la civilisation économique se mesurent au progrès des échanges, il devient banal de constater que l'importance de notre commerce est le baromètre de notre prospérité.

Le commerce est devenu le pain de la Belgique dans sa constitution économique présente, et de sa vitalité dépend l'existence de notre industrie tout entière.

Et comme conséquence, l'erreur primordiale de la conception qui fait entrevoir à d'autres nations la protection de leur marché intérieur comme le moyen de développer leur prospérité apparaît chez nous de plus en plus, malgré des retours offensifs qui dérivent d'intérêts passagers.

Aussi toutes les tentatives protectionnistes, du genre de celles qui agitent en ce moment l'Angleterre, sont-elles de nature à alarmer les Belges et méritent qu'ils s'y arrêtent.

Lorsqu'on passe en revue les nations qui ont trafiqué avec la Belgique en 1904 (1), on remarque que pour les *importations*, notre commerce général et spécial avec l'Angleterre, les colonies non comprises, occupe le troisième rang, soit 11,4 p. c. de notre commerce général d'importation avec 502 585 000 fr. de valeur et 12,1 p. c. de notre commerce spécial avec 335 404 000 fr. de valeur.

Les premiers rangs d'importance sont occupés par l'Association commerciale allemande et par la France qui nous ont fourni en 1904 la première 20,9 p. c., la seconde 20 p. c. de nos importations générales.

Au commerce *général d'exportation* de la Belgique, l'Angleterre figure au second rang avec 712 893 000 fr. de valeur en 1904, soit 18,5 p. c. de nos exportations totales, le premier rang étant occupé par l'Association commerciale allemande avec 23,6 p. c. et le troisième par la France avec 15,3 p. c.

Au commerce *spécial d'exportation* de la Belgique, l'Angleterre occupe le deuxième rang avec 392 324 000 fr. de valeur, soit 18 p. c. de nos exportations, le premier rang revenant à l'Association commerciale allemande qui

(1) *Statistique de la Belgique :* Tableau général du Commerce avec les pays étrangers pendant l'année 1904, pp. 296 et suiv.

MARCHANDISES	VALEURS (Milliers de francs)					
	COMMERCE GÉNÉRAL		COMMERCE SPÉCIAL			
	1903	1904	1900	1901	1902	1903

PRINCIPALES IMPORTATIONS D'ANGLETERRE EN BELGIQ

Animaux vivants : Chevaux et poulains	5 684	5 557	5 286	5 709	5 586	5 681
Bières	2 150	2 255	1 874	1 842	1 948	2 118
Café	2 855	2 150	276	599	584	885
Caoutchouc	4 841	5 481	5 262	1 825	2 562	5 655
Charbons de terre : Houille	10 458	9 755	24 946	14 176	11 588	10 458
Drilles et chiffons	3 559	4 550	2 159	2 515	2 194	2 500
Drogueries	4 656	5 751	4 847	4 040	5 822	5 922
Fils de coton	25 675	25 521	5 408	5 188	5 129	5 581
Fils de laine	9 281	8 156	518	277	494	802
Fils de laine ou d'autres filaments végétaux non spécialement tarifés	6 250	8 578	7 575	5 460	4 467	4 799
Habillements, lingerie et confections de toute espèce	5 349	5 442	5 298	2 911	5 126	5 016
Huiles végétales	6 586	8 157	5 795	7 010	8 767	6 255
Machines et mécaniques non dénommées	51 591	28 109	15 145	9 905	8 625	9 090
Matières animales brutes n. sp. t. — Graisses	4 107	5 011	4 068	5 666	5 659	5 806
Matières animales brutes n. sp. t. — autres que graisses	2 445	2 568	1 118	1 592	1 294	1 458
Matières minérales brutes n. sp. t. — Diamants bruts et taillés n. montés	77 547	80 287	40 000	42 090	42 542	77 547
Matières minérales brutes n. sp. t. — non dénommées	8 268	9 298	5 172	4 720	6 575	7 065
Matières textiles brutes — Chanvre, étoupes et lin	5 425	5 555	4 655	5 968	5 467	5 522
Matières textiles brutes — Coton	17 845	14 555	5 267	5 865	7 750	7 525
Matières textiles brutes — Laines	65 552	70 786	6 279	19 865	19 505	25 525
Matières textiles brutes — non dénommées ci-dessus	8 255	8 605	9 082	6 980	9 774	8 116
Mercerie et quincaillerie	4 581	4 594	1 509	1 591	1 469	1 502
Métaux — Cuivre brut, battu, étiré ou laminé et ouvré	5 415	5 716	4 152	5 572	4 150	5 100
Métaux — Nickel brut, battu, étiré ou laminé et ouvré		57				
Métaux — Etain non ouvré	2 518	552	444	745	666	2 457
Métaux — Fer : Fonte brute	5 970	4 850	15 659	5 425	2 565	2 581
Métaux — Fer-blanc non ouvré	4 595	5 544	2 021	1 705	2 552	5 808
Peaux — brutes	8 950	8 975	8 254	5 855	6 220	8 748
Peaux — tannées et autrement préparées ou apprêtées	8 160	8 115	5 028	5 985	5 779	4 460
Poissons	8 657	9 602	7 480	8 596	8 866	8 078
Produits chimiques	6 267	4 810	8 225	5 408	6 775	6 060
Résines et bitumes non dénommés	52 514	55 777	29 554	27 842	55 425	52 464
Teintures et couleurs autres qu'indigo	5 596	5 265	4 455	5 256	6 626	5 504
Tissus — de coton	26 792	26 821	16 242	12 674	15 220	12 785
Tissus — de laine	14 257	16 761	7 228	6 640	6 275	5 847
Houblon	2 555	779	605	275	175	2 550

MARCHANDISES	VALEURS (Milliers de francs) COMMERCE GÉNÉRAL 1903	1904	COMMERCE SPÉCIAL 1900	1901	1902	1903	1904
NCIPALES EXPORTATIONS DE BELGIQUE EN ANGLETERRE							
n.	3 635	4 168	3 242	3 179	3 392	3 624	4 154
	8 819	6 625	6	1	3	1	»
ivrés	9 980	5 582	3 335	3 027	3 816	3 038	2 770
houc	5 684	6 163	4 923	4 303	5 216	4 240	4 706
ns de terre — Houille et briquettes de houille	3 429	2 074	1 929	861	1 180	1 806	1 284
ves alimentaires	8 990	3 645	906	848	926	912	1 020
es	2 548	3 393	2 502	2 396	2 584	2 268	3 318
rées — Pommes de terre	5 881	3 319	8 489	4 294	2 603	3 818	3 248
ıtaires — OEufs de volaille	22 303	24 640	1 742	1 680	1 360	1 425	1 366
et chiffons	3 999	4 452	4 253	3 583	3 986	3 318	3 623
ries	4 033	4 329	2 332	2 912	3 323	3 334	3 632
s	10 433	2 639	1 133	738	1 332	3 882	1 446
de laine	28 521	28 538	20 040	18 699	24 939	23 584	23 975
de lin ou d'autres filaments végétaux non spécialement tarifés	39 839	34 719	33 186	31 558	38 584	33 220	30 766
	7 133	12 258	9 397	6 038	8 988	4 773	11 303
s	2 220	6 707	768	533	1 216	1 476	4 348
ments, lingerie et confections de toute espèce	38 047	10 891	4 863	4 693	4 806	4 073	3 840
végétales	3 732	3 471	7 834	8 470	7 474	5 340	5 266
es, etc. — Voitures pour chem. de fer et tramw.	6 371	2 624	663	262	222	866	278
es, etc. — Machines et mécaniq. non dénom.	15 932	20 738	4 040	4 018	3 930	3 832	6 394
s animales — Graisses	2 731	2 686	2 216	2 076	1 960	2 340	2 399
s n. sp. t. — autres que graisses	4 036	3 883	4 088	4 218	3 944	3 323	3 483
s minérales brutes non spécialem. tarifées	9 364	9 472	5 987	8 393	8 909	8 878	9 032
ières — Etoupes	2 371	2 468	1 332	2 087	1 334	2 263	2 300
ières — Laines	13 734	16 999	413	283	137	908	331
s brutes — Lin	37 431	41 662	23 903	26 222	33 137	36 938	41 243
s brutes — Soies	3 048	3 933	66	62	126	78	210
s brutes — non dénommées ci-dessus	4 333	2 133	193	238	187	164	198
ie et quincaillerie	22 762	18 730	3 701	6 333	7 181	7 623	8 030
Acier — fondu et acier en barres, feuilles ou fils	31 080	30 109	8 203	4 083	7 234	8 690	6 937
Acier — ouvré	11 662	12 067	3 894	3 333	7 637	8 463	10 283
Fer — Fonte ouvrée	2 408	1 234	77	49	291	249	31
Fer — battu, étiré ou laminé	30 633	24 111	7 284	6 339	9 238	10 474	9 081
Fer — ouvré	7 969	7 706	1 444	1 907	2 102	2 799	3 020
Zinc non ouvré	17 480	20 482	14 121	18 832	18 971	16 811	19 714
s	12 163	8 102	2 077	1 724	2 033	1 889	1 608
s	10 646	11 217	9 249	7 591	7 733	7 886	8 894
brutes	7 192	7 433	8 393	11 233	8 090	6 401	6 839
tannées et autrement préparées ou apprêtées	3 736	3 152	2 633	2 373	1 870	1 332	1 147
ouvrées	12 613	11 721	7 311	6 606	6 811	6 088	6 420
ts — ouvrées, polies ou sculptées	3 038	2 493	2 483	2 082	2 433	2 373	2 181
ts — autres (non compr. les ardoises p. toitures)	3 332	3 036	3 187	3 326	2 983	3 313	3 020
ts — chimiques	7 783	7 473	4 247	4 471	3 398	3 780	3 344
ts — typographiques	2 323	1 867	418	361	413	368	631
bruts et raffinés	10 371	23 890	37 712	28 043	8 333	10 220	23 440
res et couleurs	6 939	8 294	3 478	4 218	3 927	3 679	4 144
de coton	72 394	43 313	9 841	9 301	10 274	11 290	10 631
de laine	23 969	18 798	1 658	1 322	2 180	3 713	1 401
de lin, de chanvre et de jute	6 931	9 094	7 673	6 014	7 389	6 433	8 363
de soie	24 283	19 056	73	136	158	139	160
Tresses de paille, etc.	3 333	2 930	63	19	29	28	48
non spécialement tarifés	2 978	583	500	808	678	561	539
on.	4 679	17 712	63	106	1 348	1 330	8 824
ies (non compris le verre cassé)	40 848	36 100	32 093	33 004	36 333	33 087	30 032
s	13 541	15 766	9 694	9 631	7 797	7 289	8 640
es, excepté les voitures pour chemins de fer et ways	3 587	3 967	622	814	2 023	2 634	2 231

a pris 23,2 p. c. de nos exportations et le troisième à la France qui en a reçu 15,9 p. c.

Parmi les colonies anglaises, arrêtons-nous seulement à celle des Indes qui, par sa dépendance plus étroite de la mère patrie, fournit le type des possessions britanniques où les nouveaux tarifs douaniers de la métropole seraient le plus susceptibles d'application immédiate.

Les Indes anglaises se placent, pour 1904, au huitième rang des pays avec lesquels la Belgique est en relation, pour l'*importation*, dans la statistique du commerce général et spécial.

Au point de vue des *exportations*, les Indes anglaises occupent le onzième rang dans notre commerce général, le douzième dans notre commerce spécial.

Ces indications suffisent à montrer que, si la Belgique n'est pas un marché méprisable pour les industries anglaises d'exportation, les nôtres ont un intérêt de premier ordre à voir se maintenir un débouché où s'écoule le cinquième de nos exportations totales.

Un grand nombre des produits que l'Angleterre exporte en consommation en Belgique proviennent de son ancienne supériorité commerciale qui, étendant ses ramifications sur toutes les colonies, en a fait l'entrepôt du monde.

Ces produits servent à alimenter nos industries nationales. C'est le cas de l'article qui arrive au premier rang de l'importance des valeurs de marchandises importées : les diamants dont le chiffre s'est élevé en 1904 à 80 037 000 fr., matière première d'une industrie importante à Anvers, où elle répand les hauts salaires de cette main-d'œuvre spéciale. Londres est le siège du syndicat qui monopolise victorieusement, depuis plusieurs années, le diamant brut du monde, qui en règle les prix et l'écoulement par les tailleries d'Anvers, d'Amsterdam et de Paris.

Tel est encore le cas pour la marchandise, la seconde en rang de nos importations d'Angleterre, les résines et bitumes pour une valeur en 1904 de 35 765 000 fr., desti-

nées à l'industrie particulièrement florissante de la fabrication des briquettes de houille, annexée à plusieurs de nos charbonnages.

Il en est de même des matières textiles brutes, comme le coton, importé en vue de la consommation en Belgique pour une valeur de 5 200 000 fr. en 1903, la laine pour 25 334 000 fr., le jute pour 8 021 000 fr., des peaux importées pour une valeur de 12 677 000 fr., des huiles végétales pour 8 069 000 fr.

Une autre catégorie de marchandises provient de l'industrie anglaise, qui jouit d'une vieille renommée et reste supérieurement outillée pour la fabrication soignée ; ce sont aussi celles qui sont destinées soit à recevoir chez nous un complément de fabrication, comme les fils de coton importés en Belgique pour 3 239 000 fr., les fils de lin pour 7 298 000 fr., le fer-blanc pour 3 092 000 fr. ; soit encore à être livrées à la consommation indigène, comme les tissus de coton pour 11 950 000 fr., les habillements et confections de tout genre pour 2 868 000 fr., les machines, mécaniques, outils pour 9 142 000 fr., les produits chimiques pour 4 640 000 fr., les teintures et couleurs pour 4 766 000 fr.

Enfin certains produits sont dus à la constitution géologique de l'Angleterre, comme les charbons, importés en 1904 pour 9 753 000 fr., qui par leur qualité spéciale sont principalement destinés à l'alimentation des steamers en chargement au port d'Anvers, aux usines à gaz ou à la fabrication du coke dans les hauts fourneaux érigés à proximité de l'Escaut. En moindre quantité, sont nos importations dues au sol de la Grande-Bretagne ou à sa situation maritime ; il suffira de citer le poisson importé en 1904 pour 9 164 000 fr., ainsi que le houblon pour 2 350 000 fr. en 1903.

La revue des produits que la Belgique exporte vers le marché anglais est plus instructive, car, au cas où l'Angleterre donnerait suite aux projets d'établissement de

taxes douanières, il est à présumer que la Belgique n'irait pas, sans raisons indiscutablement établies, se causer un nouveau dommage en augmentant les taxes des produits anglais à l'entrée, au risque d'en élever le prix pour ses consommateurs et son industrie. Le système de la réciprocité ne peut être conçu que comme moyen de guerre, de défense contre le *dumping* ou comme terrain de négociation pour les traités de commerce.

Il est bien rare que les droits protecteurs produisent les effets attendus et chaque fois qu'on y a eu recours, on s'est bientôt convaincu que le progrès consiste toujours à se rapprocher du régime de la liberté.

On peut classer celles des exportations belgo-anglaises qui sont les plus caractéristiques et de la plus grande importance de valeur, en trois grandes catégories.

La première comprend les produits des industries agricoles comme le lin brut et les étoupes exportés pour 41 245 000 fr. en 1904, le beurre pour 6 623 000 fr., les sucres bruts et raffinés, qui s'élevaient à 37 712 000 fr. en 1900, étaient tombés à 8 335 000 fr. en 1902 et se sont relevés à 23 440 000 fr. en 1904, les fruits pour 11 303 000 fr. en 1904, les légumes (pommes de terre) pour 5 248 000 fr., les œufs de volailles pour 24 640 000 fr., au commerce général, les viandes pour 8 640 000 fr. de provenance belge et pour 15 766 000 fr. en y comprenant les provenances étrangères, le houblon pour 8 363 000 fr.

Une seconde catégorie comprend les produits de nos industries textiles comme les fils de lin pour 30 766 000 fr., les fils de laine pour 25 975 000 fr., les habillements pour 38 047 000 fr., en 1903 les tissus de laine pour 23 969 000 fr., au commerce général, les tissus de soie pour 24 285 000 fr., les tissus de coton pour 72 594 000 fr. en 1903 et 45 313 000 fr. en 1904.

Une dernière catégorie se compose des produits de nos grandes industries nationales. Parmi ceux-ci la verrerie figure pour 36 100 000 fr. en 1904, le zinc non ouvré

pour 20 482 000 fr., l'acier pour 30 109 000 fr., le fer pour 24 111 000 fr. et 30 663 000 fr. en 1903, les papiers pour 11 217 000 fr., les machines diverses pour 20 758 000 fr., les peaux brutes et apprêtées pour 22 306 000 fr.

Cet aperçu du trafic anglo-belge serait assurément incomplet, si on oubliait que dans le commerce de transit belge qui a atteint en 1904 une valeur de 1 665 846 159 fr., le transit anglo-belge occupe le troisième rang à l'entrée en Belgique et le deuxième rang à la sortie, après y avoir occupé le premier en 1903. Presque tout le transit belge s'effectue avec quatre ou cinq pays, parmi lesquels *à l'entrée* l'Association commerciale allemande figure pour 34,6 p. c., la France pour 25,3 p. c., l'Angleterre pour 19,1 p. c. en 1904, *à la sortie* l'Angleterre pour 19,2 p. c. en 1904 et pour 23,1 p. c. en 1903, l'Association commerciale allemande pour 24,3 p. c. en 1904 et pour 22,2 p. c. en 1903, la France pour 14,5 p. c. en 1904.

Et si on se reporte au cœur de la vie commerciale belge, au port d'Anvers, où aboutissent comme à un centre les échanges qui de là affluent et refluent sur tout le pays, que constate-t-on ? Sur un trafic international se chiffrant, *à l'entrée*, par 2 011 263 951 fr. en 1903 et 1 988 477 522 fr. en 1904, de valeur de marchandises débarquées, il en a été importé d'Angleterre pour 268 420 297 fr. en 1903 et 275 563 198 en 1904 — et sur un trafic international, *à la sortie*, de 1 802 799 665 fr. en 1903 et de 1 793 027 822 en 1904, 417 781 656 fr. en 1903 et 401 711 191 fr. en 1904 consistent en marchandises exportées en Angleterre.

On voit que ce pays tient, avec une forte avance, la tête dans le rang d'importance des exportations de notre métropole commerciale.

C'est dire que les changements qui se produiraient dans la politique commerciale de l'Angleterre affecteraient le trafic international du port d'Anvers autant sinon plus

qu'ils n'affecteraient l'ensemble des relations commerciales de la Belgique.

Les menaces protectionnistes, d'où quelles viennent, sont faites pour nous alarmer davantage que toute autre puissance commerciale.

Mais si l'hypothèse de l'établissement de taxes douanières en Angleterre doit mettre notre vigilance en éveil, il est malaisé d'en discerner d'avance tous les résultats ; non seulement par les répercussions imprévues que ces mesures économiques réservent, mais par cette circonstance particulière que le pavillon anglais couvre une grande partie d'exportations belges dirigées en réalité vers d'autres destinations.

On peut cependant essayer de scruter les effets qu'apporterait la nouvelle politique de la Grande-Bretagne en examinant les principaux produits que nous y exportons.

Chamberlain et les hommes d'État qu'il inspire se défendent d'ailleurs de préconiser le protectionnisme dans toute sa rigueur. Ils ne veulent, prétendent-ils, que des taxes modérées, avant tout sur les produits manufacturés, pour mettre les fabricats anglais sur le pied d'égalité avec ceux des pays protégés où les industriels peuvent réaliser un prix élevé sur le marché intérieur et, grâce à la diminution qu'ils obtiennent ainsi sur le prix de revient moyen, ont l'avantage d'écouler le surplus de leur production dans les pays ouverts. C'est une arme contre le *dumping*.

Quant aux produits agricoles, ils proposent des droits inférieurs à 5 p. c. sur les céréales, afin d'y trouver matière à favoriser les colonies anglaises, et des droits qui ne dépasseront pas 5 p. c. sur les légumes, les viandes, les produits de l'étable, qu'ils veulent favoriser chez eux, afin de relever leur agriculture, dont la décadence frappe tous les yeux.

On doit reconnaître que les droits sur les céréales,

proprement dits, ne visent pas directement la production belge, qui est, sous ce rapport, un pays exclusivement d'importation.

Ils mineraient cependant un certain courant d'échanges qui s'est établi, grâce à l'importance exceptionnelle de notre commerce de grains, en transit par Anvers, et à notre proximité de l'Angleterre.

Mais ils causeraient certainement préjudice à plusieurs industries dérivées, comme l'amidonnerie qui a exporté en Angleterre pour plus de 4 000 000 de fr. de produits en 1904, la rizerie, la meunerie, industries nationales par le nombre et l'ancienneté de nos établissements où elles s'exercent.

Il semble cependant que l'Angleterre frapperait en vain le principal produit de nos relations agricoles avec elle : le lin brut et les étoupes que nous exportons chez elle pour plus de 41 000 000 de francs. Les filatures britanniques ne peuvent pas se passer des lins belges, auxquels une intelligence spéciale de la culture, les soins de la main-d'œuvre dans la récolte, le rouissage et le teillage donnent une supériorité telle que les linières de Russie ou de l'Amérique du Sud ne sont pas parvenues à en détruire chez nous la production, malgré son recul incontestable, causé par l'avilissement des prix.

Certainement, les lins que la Belgique exporte en Angleterre n'ont pas tous été cultivés sur notre sol ; il nous en vient de France, de Hollande, de Russie, pour recevoir en Flandre la préparation première ; mais d'ici longtemps les Anglais n'acquéreront pas sur ce point notre habileté traditionnelle et ils n'ont pas chez eux la *rivière d'or* de la Lys.

Le houblon, dont l'exportation de Belgique vers l'Angleterre a sextuplé de 1903 à 1904, est de tous les produits agricoles celui dont la valeur subit les plus grands écarts. Son prix suit les étés exceptionnels et l'insuffisance comme la qualité des récoltes. Certes, il

serait pénible pour nos cultivateurs, au moment où ils luttent avec tant de difficulté contre l'invasion des houblons étrangers, de se voir entraver encore l'accès du marché anglais. On est néanmoins persuadé que le perfectionnement des procédés de culture et de récolte, restés rudimentaires en Belgique, agirait davantage pour le relèvement de cette production que toutes les mesures douanières.

La Belgique, qui mérite toujours davantage son nom de pays de la petite culture et où la production maraîchère fait constamment des progrès, même loin des villes, serait très sensible aux droits frappant les légumes et les fruits, bien que ceux-ci ne soient pas encore parvenus à se créer sur le marché anglais toute la place que leur méritent la proximité de la production et l'esprit industrieux de nos paysans.

Une observation analogue s'applique à nos exportations de laitages, de lait desséché et de beurre, ainsi qu'au trafic anglo-belge des œufs de volailles, qui est fait principalement de transit, par l'adjonction au produit de nos basses-cours, d'énormes quantités d'œufs que des négociants anversois tirent de Russie et d'Italie.

Les Anglais ont réalisé le problème de la protection de leur élevage, en prohibant depuis plusieurs années l'importation de tout bétail vivant, pour motif d'épizooties. C'est ce qui permet aux Belges d'y expédier par an pour près de 16 000 000 de fr. de viande, dont la moitié de provenance américaine ou australienne, transportée sur pied à Anvers, où elle est abattue et réexpédiée en Angleterre. C'est ce trafic qu'on prévoit devoir être frappé d'un droit de 5 p. c.

Mais plus des deux tiers des exportations belges en Grande-Bretagne, tant au commerce spécial qu'au commerce général, se composent de produits manufacturés, qui seraient soumis au droit de 10 p. c.

Ce sont d'abord les produits métallurgiques de toute

nature, parmi lesquels il faut noter la fonte et le zinc laminé, dont j'ai signalé plus haut le chiffre d'affaires particulièrement important.

Dans cette branche de l'industrie des métaux, les professionnels belges ont acquis une compétence spéciale qui leur assurerait encore l'avance, bien qu'un droit de dix pour cent, dans les contrées soumises à l'hégémonie anglaise, soit assurément de nature à procurer bientôt un monopole aux laminoirs britanniques qui peuvent puiser leur minerai un peu partout.

Il faut y ajouter la verrerie dont les exportations belges vers l'Angleterre s'élèvent à une quarantaine de millions de francs par an.

La verrerie belge a acquis une réputation qui nous permettrait d'espérer de pouvoir continuer la lutte sur les marchés lointains, mais au prix de quelles difficultés! L'exemple encore récent des États-Unis est là pour démontrer qu'il n'est pas malaisé de nous évincer d'un marché où nous étions les maîtres, quand, à l'abri de droits protecteurs, on peut y installer de toutes pièces des établissement concurrents. Ces visées ont trouvé malheureusement un allié incorrigible dans la population des ouvriers verriers elle-même, à laquelle des meneurs soufflent des prétentions insatiables; et il a fallu toute la ténacité patronale, soutenue par un long passé de prospérité, pour que l'industrie verrière belge n'ait pas encore sombré dans ces luttes.

L'établissement de droits protecteurs des marchés anglais menacerait plus vivement encore notre fabrication si importante du fer, fonte brute, ouvrée, étirée ou laminée, de l'acier, des machines. La Belgique est à ce point de vue un pays de production intense, qui doit pouvoir compter sur l'exportation, alors qu'elle a déjà à lutter, sur son marché intérieur, contre les envahissements redoutables des syndicats. Allemands, Anglais, même Américains, plus étroitement unis que nos industriels, sont rendus plus

forts par la concentration formidable des moyens de production.

Il en serait exactement de même pour celle de nos grandes industries la plus fortement protégée par le tarif douanier belge, qui lui assure une protection variable, s'élevant jusqu'à quinze pour cent : la filature et le tissage du coton, de la laine, du lin et de la soie. Le détail des chiffres cités plus haut en fait ressortir l'importance.

On peut y assimiler la plupart de nos autres exportations de produits manufacturés se rattachant à l'habillement et à l'ameublement.

Mais ici il est impossible d'oublier l'observation capitale qui s'applique à toutes nos exportations anglaises et, avant tout, aux plus importantes.

Elles ne sont pas toutes destinées, comme le ferait croire la lecture superficielle des statistiques du commerce, à la consommation de la Grande-Bretagne ; en réalité le pavillon anglais les mène sur tous les marchés lointains du globe, par la puissance de rayonnement qu'exerce le commerce anglais dans toutes les directions où s'accomplissent les échanges.

On l'a dit cent fois, Londres est l'entrepôt du monde, et l'étiquette anglaise est encore une des plus puissantes recommandations. Cette fonction de parrainage commercial s'étend dans une plus large mesure sur les produits exportés par la petite Belgique, qui n'a pas, comme ses rivaux, l'avantage des relations de race et de langue établies dans tous les ports du globe, ni l'auxiliaire d'une puissante flotte marchande.

On peut donc présumer que, même dans l'hypothèse où nous perdrions le marché intérieur de la Grande-Bretagne, nous pourrions conserver une partie de notre trafic actuel par la voie anglaise, si nous parvenons à maintenir nos qualités actuelles de fabrication à bon marché et de bon aloi.

A ce point de vue les mesures protectionnistes projetées

en Angleterre pourraient même nous réserver une compensation que M. Blondel a si justement indiquée, en disant que de tous les pays menacés, la Belgique lui paraît dans la situation la plus favorable.

Je ne puis mieux résumer ma pensée qu'en le citant (1) :

« La Belgique, continue-t-il, pourrait bien être appelée à jouer ce rôle de marché libre qui est indispensable au mouvement commercial du monde occidental et que l'Angleterre jouait jusqu'à présent.

» Dans toutes les industries, comme l'a fait remarquer M. Isaac, il arrive un moment où les producteurs sont obligés de se débarrasser promptement de leurs marchandises. On les expédie à Londres. Si Londres renonce au rôle qu'elle a joué jusqu'ici, elle sera probablement remplacée par un autre point d'intermédiaire entre Londres, Paris et Hambourg.

» Or, dès maintenant, nous voyons en Belgique des quantités considérables de produits qui ne font qu'y passer et sont réexportés dans toutes les directions. La seule place d'Anvers reçoit pour plus de 200 000 000 de fr. d'articles français.

» Ce mouvement pourrait bien s'accentuer pour le plus grand profit des Belges. Anvers et probablement aussi Rotterdam et Hambourg recueilleront une partie de ces expéditions. Les Belges sont bien placés pour bénéficier de l'application de cette loi économique qui veut qu'une marchandise, refoulée d'un côté, cherche une autre issue.

» ... Je suis donc porté à croire que la Belgique aura plus à bénéficier qu'à souffrir d'un changement dans la politique commerciale de ses voisins.

» Si l'industrie et le commerce de ce pays sont menacés d'un trouble momentané, le développement croissant de son activité commerciale et l'excellence de sa situation en

(1) G. Blondel, *La Politique protectionniste en Angleterre*, pp. 219 et suiv.

Europe lui permettront de retirer facilement du changement qui se prépare de sérieux avantages. »

On me pardonnera la citation, pour la satisfaction que j'éprouve à recueillir d'une plume autorisée des prévisions qui concordent si bien avec nos espérances.

Quels sont les moyens qui s'offrent à nous pour parer aux dangers entrevus et pour nous assurer une compensation ?

Je me borne à en indiquer quelques-uns.

A une guerre de tarifs nous n'avons pas à songer. Peut-être y aura-t-il lieu à négociations, comme avec les autres nations avec lesquelles nous avons conclu des traités ; en tout cas les concessions que nous pourrions attendre seront bien minces, et la nature même des mobiles qui auraient poussé l'Angleterre dans sa voie nouvelle interdisent l'espoir de concessions appréciables.

Faut-il attendre le remède d'une union douanière des nations continentales ?

Sans doute, si la crise qui agite la nation anglaise devait aboutir à l'adoption d'un régime protectionniste, on pourrait s'attendre en Europe à des transformations comparables à celles qu'amena jadis l'adoption générale de la doctrine du libre-échange, et la lutte économique est capable d'amener des groupements plus étonnants encore que ceux qui naissent des équilibres militaires.

En attendant, les grandes puissances ne semblent pas prêtes à se rendre au congrès qui proclamera l'union douanière de l'Europe centrale. La recrudescence protectionniste de ces dernières années a pris naissance ailleurs qu'en Angleterre, et si elle a pris une ampleur si menaçante, n'est-ce pas un peu parce qu'on s'était habitué à croire que l'Angleterre résisterait à la contagion et qu'on entrevoyait toujours ce marché libre comme une réserve pour tout le monde ?

Il faudrait que les faits devinssent bien concluants pour

que les hommes d'État de France, d'Allemagne, d'Autriche, de Russie pussent avoir raison des passions protectionnistes qu'ils ont eux-mêmes surexcitées.

Encore la Belgique semble-t-elle mal placée pour prendre les devants et même pour se ranger à la suite d'autres initiatives. La situation internationale que lui crée sa neutralité politique, placée sous la garantie des puissances, doit lui faire craindre que de pareilles ententes, bien que conclues en vue de ses intérêts commerciaux, ne soient considérées comme un vasselage politique, tant la lutte économique s'est mise au premier plan des compétitions entre nations.

On en a eu l'exemple, lorsque, sous l'Empire, il fut question d'une alliance douanière avec la France ; les autres puissances la jugèrent, à tort selon nous, comme constituant une infraction aux obligations d'une nation neutre.

La mauvaise humeur avec laquelle les principaux organes de la presse anglaise ont salué la conclusion heureuse du traité de commerce germano-belge nous a fourni à cet égard un nouveau symptôme, il y a peu de mois encore ; ceux-ci n'ont voulu voir dans les concessions que l'Allemagne a consenties à la Belgique, sur son tarif général des douanes, qu'un pas en avant vers le vasselage commercial et industriel de la Belgique vis-à-vis de l'Allemagne (1).

Quand on examine d'ailleurs le tarif douanier actuel des nations continentales qui nous entourent, on se demande de quel côté la Belgique pourrait conclure une union sans péril pour son existence économique. Jamais notre pays ne pourrait trouver sur le terrain industriel la compensation de la charge que lui imposerait le protectionnisme agraire de la France et de l'Allemagne.

Reste la Hollande avec laquelle une union douanière de

(1) Voyez le TIMES du 28 février 1905.

la Belgique apparaît plus aisée à conclure. Ici encore, les mesures adoptées chez nous pour l'entrée du bétail et la clause de la nation la plus favorisée, que contiennent tous nos traités de commerce, constituent les plus grands obstacles.

Ce n'est pas dans cette voie que la Belgique trouvera aisément un remède aux difficultés que lui créerait le revirement dans les idées économiques de l'Angleterre. Il lui faudra surtout compter sur elle-même.

Depuis quelques années, on lui conseille surtout de s'attacher au développement de sa marine marchande. Ce thème est même devenu une mode chez nous, mais, loin d'avoir tracé le programme précis de ce qu'on sollicite à cet égard de l'activité des Belges, on n'est pas encore sorti des recommandations générales.

Il est plus aisé de souhaiter que la Belgique ait à son service une marine marchande en proportion du chiffre de son commerce que d'indiquer de quelle manière elle l'obtiendra.

Le plus sage paraît de commencer par développer notre navigation irrégulière, plutôt que de vouloir improviser, de toutes pièces, les lignes régulières dans la proportion de ce qu'il faudrait pour égaler en cette matière nos concurrents commerciaux.

Les lignes de navigation réussiront chez nous lorsque nous aurons multiplié ce qui manque aujourd'hui le plus au commerce belge d'exportation : des relations de nationalité, par l'établissement de commerçants belges dans les pays étrangers.

Là est le secret de la suprématie anglaise comme celui de l'expansion récente des Allemands.

C'est de ce côté qu'il importe d'orienter notre jeunesse, si nous voulons soutenir la lutte économique, malgré les entraves qui nous menacent sur les marchés européens.

Organiser l'étude scientifique des pays étrangers au point de vue économique et l'enseignement moyen de plus en plus approprié aux nécessités commerciales, telle est

la nécessité qui s'impose à ceux qui ont la charge des générations nouvelles.

Elle sollicite les initiatives individuelles, aussi bien que les pouvoirs publics, dans un pays, comme le nôtre, où les meilleurs résultats ont toujours été obtenus quand l'initiative privée est entrée en lice, encouragée et secondée par l'action gouvernementale. Dans cet ordre d'idées, nous terminerons cet aperçu en signalant un mode de stimuler l'expansion commerciale des Belges qu'une très haute recommandation, toujours en éveil, confiait déjà l'an dernier à l'attention des hommes publics (1) :

« Les négociants et industriels allemands ont à leur disposition plusieurs moyens pour se renseigner sur l'état du commerce et de l'industrie dans les pays étrangers.

» Il y a des institutions officielles qui publient des renseignements commerciaux et industriels coordonnés avec beaucoup d'intelligence et de méthode.

» Il y a des institutions privées qui, ayant pour objet de favoriser le commerce d'exportation, fournissent à leurs membres, dans ce but, des renseignements économiques sur les pays étrangers.

» Ces institutions privées sont des sociétés d'exportation *(Export Vereine)*, associations d'industriels et de commerçants qui ont pour but de procurer à leurs membres des débouchés à l'étranger.

» Entre autres moyens employés dans ce but, il convient de citer ici les informations que ces sociétés fournissent à leurs membres sur la situation économique des pays étrangers : état général des affaires, débouchés possibles pour le commerce allemand, solvabilité des maisons étrangères, importations et exportations.

» Ces informations sont centralisées et publiées dans l'organe que chaque association envoie à ses membres et qui reproduit, outre les renseignements recueillis par le bureau de la Société directement, les extraits des rapports

(1) Note remise par S. M. le Roi des Belges à M. le Président de la Chambre des Représentants.

consulaires et des autres publications officielles qui peuvent intéresser les lecteurs.

» Des associations d'exportation existent à Berlin, Dresde, Stuttgard. Elles servent à déverser sur tous les points de l'Allemagne, par le canal de leurs revues et journaux, les informations que le Gouvernement recueille par ses agents diplomatiques et consulaires.

» Les renseignements de tous genres relatifs à tous les marchés du monde que les associations d'exportation communiquent à leurs membres constituent une enquête permanente sur les besoins du commerce mondial en même temps que l'indication des moyens de satisfaire ces besoins.

» Les associations dont il vient d'être question trouvent en grande partie dans les publications officielles les éléments d'informations qu'elles procurent à leurs membres.

» Le Gouvernement allemand a, depuis un certain temps déjà, compris l'insuffisance, comme moyen rapide d'informations commerciales, de la publication des rapports consulaires. Ceux-ci ne peuvent paraître que longtemps après le moment où ils ont été rédigés. Et puis les matières ne sont pas toujours coordonnées par pays ou par branche d'industrie.

» La plus importante des publications officielles allemandes, et qui n'est pas envoyée à l'étranger, s'intitule : Nachrichten fuer Handel und Industrie (Informations pour le commerce et l'industrie).

» Les Nachrichten renferment des aperçus sur la situation économique des pays étrangers, des études sur telle ou telle branche d'industrie, des renseignements concernant les droits de douane, les impôts, les péages à l'étranger, etc.

» Cette publication paraît tous les huit jours, parfois plus souvent ; elle est adressée gratuitement aux associations d'industriels et de commerçants, chambres de commerce, etc. Ses articles sont reproduits par les journaux et revues économiques.

» Ces articles sont rédigés au Secrétariat impérial de

l'Intérieur d'après les informations envoyées de tous les points du globe par les agents de l'Allemagne et les spécialistes attachés, en pays étranger ou en Allemagne même, à l'étude économique de ces pays.

» Outre les NACHRICHTEN, le Secrétariat impérial de l'Intérieur publie des BERICHTEN UEBER HANDEL UND INDUSTRIE, rapports d'ensemble, études systématiques sur le commerce et l'industrie, par exemple le commerce de charbon dans le monde en 1900.

» Enfin, le Gouvernement communique aux associations commerciales des renseignements sur la solvabilité des maisons étrangères.

» On agite en Allemagne la question de savoir s'il ne conviendrait pas de développer encore ces moyens d'information et de créer un bureau central de renseignements pour le commerce extérieur.

» En résumé, l'Allemagne possède un ensemble remarquable d'organismes ayant pour objet d'orienter le commerce et l'industrie dans la lutte pour le maintien de leurs positions et la conquête de débouchés nouveaux sur le marché du monde.

» Ces organes reçoivent leur impulsion des pouvoirs publics. Ceux-ci sont secondés par l'initiative privée agissant par le moyen de l'association.

» La science statistique et économique est mise ainsi au service des affaires. On a réalisé en Allemagne l'organisation méthodique des sources d'informations commerciales qui, autrefois, étaient purement individuelles et éparses. C'est un service nouveau dont les grandes lignes sont déjà nettement tracées et dont l'efficacité, le rendement sont acquis. L'entreprise industrielle reste chose absolument personnelle. Mais la collectivité — associations et gouvernement — lui indique des champs d'action, les explore pour elle, grâce aux puissants moyens d'investigation mondiale dont elle dispose. »

EMM. DE MEESTER.

V

L'INDUSTRIE SIDÉRURGIQUE

—

Il n'y a plus à se dissimuler, semble-t-il, que, pour des raisons multiples, un peu plus tôt ou un peu plus tard l'Angleterre en arrivera à abandonner le libre-échange, qui a fait sa force dans le passé, ou du moins à renoncer à pratiquer désormais le libre-échange sans réciprocité. C'est là une éventualité qui, aujourd'hui, surtout depuis la dernière évolution de la politique de M. Chamberlain, n'apparaît plus seulement comme une hypothèse simplement vraisemblable, mais doit être envisagée comme une quasi-certitude dont il importe de mesurer les conséquences.

De plus autorisés que moi se sont chargés d'étudier ces conséquences dans leur généralité au point de vue économique et au point de vue politique. Il a semblé qu'il pouvait être intéressant de spécialiser davantage la question en cherchant à mesurer, autant que faire se peut, la répercussion que pourrait avoir sur une industrie déterminée l'établissement en Angleterre de taxes douanières.

J'ai choisi l'industrie sidérurgique comme étant une des plus importantes de la Belgique et donnant lieu à un courant actif d'échanges entre ce pays et l'Angleterre. Les taxes qui frapperaient les produits sidérurgiques à la frontière de la Grande-Bretagne nous intéressent donc tout particulièrement.

Il importe tout d'abord de préciser quels sont à cet égard les mobiles et les intentions des néo-protectionnistes anglais. On les trouve fort bien exposés dans les conclusions de la commission instituée par M. Chamberlain pour examiner la question des nouveaux tarifs douaniers. On me permettra de les rappeler. Elles sont ainsi libellées :

« 1° L'industrie sidérurgique anglaise a décliné comparativement à celle d'autres pays ;

» 2° Les exportations ont diminué vers l'étranger et augmenté vers les colonies ;

» 3° Bien que les exportations aient progressé vers les colonies, le marché de ces colonies a augmenté dans de telles proportions que les pays étrangers eux-mêmes y gagnent du terrain ;

» 4° Le déclin relatif de la sidérurgie anglaise n'est pas dû aux conditions désavantageuses du pays, non plus qu'au manque d'adresse et d'initiative des producteurs ou de la classe ouvrière ;

» 5° Ce déclin est dû au fait que les producteurs des États-Unis et de l'Allemagne possèdent un contrôle absolu sur leur marché intérieur et peuvent *dump* le surplus de leur production sur le marché international sans s'inquiéter du prix de vente ;

» 6° Ce système de *dumping* ne peut se produire que par suite du régime anglais de la libre entrée ;

» 7° Ce régime devrait être revisé de façon à augmenter les exportations extérieures, ainsi que le marché colonial et la quantité de travail à offrir à la classe ouvrière ;

» 8° Ce but peut être atteint par l'institution d'un tarif de droits d'entrée organisé comme suit :

» *a)* Tarif général de faibles droits d'entrée applicables à tous les pays qui traitent de même façon les produits anglais ;

» *b)* Un tarif préférentiel pour les colonies qui accordent aux produits anglais un traitement privilégié ;

» *c)* Un tarif maximum pour les autres pays, tarif susceptible d'être l'objet de négociations pouvant le ramener au tarif général. »

Et voici le tarif général proposé :

Minerais de fer	libres
Fontes	5 p. c.
Fer et acier : ébauchés, barres, lingots, demi-produits de toute catégorie	6 1/4 p. c.
Rails, traverses et coussinets	6 1/4 p. c.
Poutrelles et charpentes	6 1/4 p. c.
Barres et profilés	6 1/4 p. c.
Fendus	6 1/4 p. c.
Verges	7 1/2 p. c.
Largets	7 1/2 p. c.
Tôles fines	10 p. c.
Clous, vis et rivets	Droits d'entrée à décider avec 10 p. c. comme maximum
Ecrous et boulons	Droits d'entrée à décider avec 10 p. c. comme maximum
Essieux et bandages	Droits d'entrée à décider avec 10 p. c. comme maximum
Roues montées	Droits d'entrée à décider avec 10 p. c. comme maximum
Aciers au creuset et aciers finis divers	Droits d'entrée à décider avec 10 p. c. comme maximum

Si l'on s'en tient aux considérations que fait valoir la commission, on s'aperçoit que l'Angleterre se rend compte de son infériorité relative dans le domaine sidérurgique, mais qu'elle en rend responsable la politique protectionniste de ses concurrents.

Nous verrons tout à l'heure ce qu'il faut penser de cette théorie. Acceptons-la pour l'instant et admettons les déductions de la commission. Il est tout naturel que, se plaçant à ce point de vue, l'Angleterre cherche à se défendre par les mêmes armes et qu'elle manifeste l'intention d'user de représailles à l'égard des nations qui élèvent les barrières les plus hautes à l'entrée de ses propres produits. Dès lors, pour faire l'application de ces conclusions, il convient de mettre en regard du tarif général proposé les taxes douanières établies dans les différents pays contre lesquels l'Angleterre croit avoir à se défendre. Voici ces droits, réduits en francs et calculés à la tonne, pour les différents produits envisagés :

Produits	Belgique	Allemagne	France	Etats-Unis
Houille (par tonne) . . fr.	libre	libre	1,20	20 p. c. *ad valorem*
Coke	—	—	1,20	20,00
Mitrailles	—	12,50	7,50	20,00
Fonte	2,00	12,50	15,00	58,07

Produits	Belgique	Allemagne	France	États-Unis
Lingots	3,00	12,50	50,00	58,07
Blooms	4,00	12,50	60,00	69,70
Billettes et largets	6,00	18,75	60,00	69,70
Ebauchés	3,00	18,75	50,00	40,66
Rails	10,00	31,25	60,00	69,70
Barres (fer et acier)	10,00	31,25	50,00	58,07
Cornières et profilés (id.) . .	10,00	35,25	50,00	55,90
Feuillards (id.)	10,00	31,25	65,00 à 75,00	89,75
Poutrelles (id.)	10,00	31,25	50,00	58,07
Tôles fortes et moyennes (id.).	10,00	37,50	70,00	78,45 à 134
Tôles fines (id.)	10,00	37,50	75,00	
Essieux et bandages. . . .	10,00	37,50	80,00	116,20

Il résulte de là que, si l'on voulait s'en tenir strictement à ces tarifs, la Belgique aurait droit au traitement le plus favorable, c'est-à-dire à l'application du tarif général minimum, comportant des droits de 5 à 10 p. c. ; comparativement, sur la base des tarifs de nos concurrents, les produits allemands devraient être frappés dans une proportion plus que quadruple ; elle serait sextuplée vis-à-vis de la France et plus forte encore à l'égard des États-Unis.

Il est permis de penser, d'ailleurs, que les Anglais ne s'en tiendront pas exclusivement aux tarifs d'entrée dans les pays concurrents pour apprécier la proportion des traitements différentiels à appliquer, mais qu'ils prendront en considération tous les autres éléments capables de concourir à l'appréciation du mal qui leur est fait par les uns et par les autres, mal contre lequel ils veulent réagir.

Dans cet ordre d'idées, la Belgique pourrait peut-être prétendre légitimement à un traitement plus favorable même que celui du tarif général minimum. Je m'explique.

La cause ou le prétexte des représailles anglaises est, ainsi que nous l'avons vu, le *dumping* qui est pratiqué par certaines nations concurrentes. On sait en quoi consiste cette politique essentiellement protectionniste. Elle peut se résumer en deux mots : vendre très cher à l'inté-

rieur, grâce à des barrières douanières infranchissables, et inonder les marchés extérieurs de produits à des prix défiant toute concurrence.

Or, la Belgique, étant libre-échangiste, n'a jamais pratiqué et n'a jamais eu l'intention ni les moyens de pratiquer le *dumping*. Mais, changeât-elle de politique et le voulût-elle, il lui serait encore matériellement impossible d'en arriver à cette forme spéciale et outrée du protectionnisme.

Deux conditions, en effet, sont indispensables pour faire du *dumping*. Il ne suffit pas de jouir de tarifs protecteurs très élevés, il faut encore en même temps un marché intérieur important. Il est de toute évidence que, pour qu'un producteur puisse réaliser des bénéfices en faisant du *dumping*, il faut que la perte ou le manque à gagner qu'il subit en vendant une partie de ses produits à l'étranger au prix de revient ou au-dessous de ce prix soit compensé et au delà par le bénéfice exceptionnel qu'il réalise en vendant le reste de sa production à l'intérieur à son prix de revient majoré des droits d'entrée. Il ne lui servirait de rien de pouvoir s'abriter derrière des droits absolument prohibitifs, s'il ne lui était pas donné en même temps de pouvoir écouler sur le marché intérieur du pays une partie relativement importante de sa production. En résumé donc, sans droits protecteurs élevés et malgré un marché intérieur important, pas de *dumping* possible, et, réciproquement, sans marché intérieur important et malgré des droits prohibitifs, pas de *dumping* possible non plus. Ces deux conditions doivent nécessairement se trouver réunies.

Or, en admettant même que la Belgique en arrive à établir des droits semblables à ceux qui frappent les produits sidérurgiques en Allemagne, en France ou aux États-Unis, la seconde condition lui ferait défaut pour pratiquer le *dumping* à l'égard de l'Angleterre : elle n'a pas un marché intérieur suffisant. Un simple coup d'œil

jeté sur les statistiques relatives à la production et à la consommation des produits sidérurgiques permet de se rendre compte, en effet, que c'est à peine si nous consommons 20 p. c. de cette production, tandis que nous en exportons 80 p. c. L'Allemagne, au contraire, n'exporte qu'un peu moins de 33 p. c. de sa production et en consomme plus de 67 p. c. Pour la France, les proportions réciproques sont de 10 et 90 p. c. et pour les États-Unis moins encore : 6,7 et 93,3 p. c.

La Belgique est donc incapable de *dumping*. Et cette circonstance serait de nature, semble-t-il, à lui permettre d'espérer de la part de l'Angleterre un traitement plus amical que celui auquel celle-ci soumettrait ceux qui sont dans les conditions voulues pour lui faire réellement du tort.

Ces considérations, qu'il est bon peut-être de faire valoir aux yeux de l'Angleterre, parce qu'on y est beaucoup trop enclin à assimiler la Belgique à l'Allemagne, grâce à la proximité des deux pays et au commerce de transit des produits allemands par le port d'Anvers, ces considérations, dis-je, ne doivent pas cependant nous donner des illusions trompeuses. Quelles que puissent être les bonnes intentions de l'Angleterre à notre égard, nous n'en devons pas moins envisager très sérieusement l'établissement d'un tarif protecteur.

Plaçons-nous donc dans cette hypothèse et cherchons à en dégager les conséquences tant pour la Belgique que pour les autres nations concurrentes de l'Angleterre.

Pour ce faire, commençons par indiquer sommairement quelles sont les grandes puissances exportatrices mondiales de fontes et de produits finis en fer et en acier. Voici quelques chiffres relatifs aux dernières années :

Exportations			Grande-Bretagne	Allemagne	Belgique	États-Unis
Fonte	en 1900	Tonnes	1 520 000	202 000	50 000	335 000
»	1905	»	1 050 000	525 000	80 000	30 000
Produits finis	1900	»	2 020 000	1 350 000	590 000	820 000
»	1905	»	2 400 000	2 950 000	910 000	500 000

Pénétrons plus avant dans le détail de quelques-uns des principaux produits :

Exportations		Grande-Bretagne	Allemagne	Belgique	États-Unis
Matériel de voie	en 1900	T. 465 000	240 000	115 000	360 000
»	1903	730 000	500 000	315 000	30 000
Laminés marchands	1900	157 000	390 000	270 000	165 000
»	1903	270 000	770 000	370 000	70 000
Tôles	1900	670 000	175 000	75 000	60 000
»	1903	865 000	295 000	85 000	20 000
Fils	1900	40 000	220 000	20 000	130 000
»	1903	95 000	310 000	35 000	175 000

Les grandes puissances productrices et les développements imprimés à leur production sont relevés ci-dessous par étapes, d'après l'Office de statistique universelle d'Anvers ; j'aurai à tirer ultérieurement argument de ces chiffres :

Noms	Production de fonte Vers 1850	Vers 1875	Vers 1900	Production de minerais en 1900
	(Milliers de tonnes)			
Etats-Unis	560	2 800	15 000	29 250
Angleterre	2 300	5 500	8 500	12 275
Allem. et Luxemb.	210	2 400	8 500	16 500
France	400	1 425	2 500	4 800
Russie	250	400	2 750	6 000
Autriche	160	450	1 500	3 500
Belgique	145	600	1 000	260
Suède	140	350	525	2 800
Le monde	4 675	15 000	40 000	87 000

Confrontons ces données en les complétant au moyen des chiffres produits par la commission Chamberlain ; ce sont les productions moyennes par périodes quinquennales :

Années	Production de fonte Angleterre	Allemagne	États-Unis	France	Belgique	Totaux
	Unité = Kilotonne = 1000 tonnes					
1876-1880	6 660	2 140	2 200	1 450	490	14 810
1881-1885	8 100	3 340	4 260	1 860	700	20 100
1886-1890	7 760	4 130	7 080	1 660	770	23 640
1891-1895	7 040	4 990	8 130	2 170	750	26 210
1896-1900	8 890	7 310	11 490	2 480	1 010	35 590
1901	7 930	7 740	15 880	2 350	760	40 230
1902	8 680	8 260	17 820	2 390	1 080	43 840
1903	8 810	9 860	18 000	2 780	1 220	47 340

Pour l'acier, la production a été la suivante :

Années	Angleterre	Etats-Unis	Allemagne	France	Belgique	Totaux
	Unité = Kilotonne = 1000 tonnes					
1876-1880	1 020	810	510	290	120	3 060
1881-1885	1 970	1 630	1 070	480	170	5 880
1886 1890	3 270	3 290	1 790	510	220	10 030
1891-1895	3 080	4 670	2 780	700	320	13 070
1896-1900	4 660	8 450	5 520	1 260	630	23 250
1901	4 900	13 470	6 290	1 410	520	30 530
1902	4 850	14 940	7 630	1 610	760	33 890
1903	5 030	?	8 700	1 820	?	?

Voici, pour synthétiser la question, un résumé de la consommation sidérurgique anglaise ramenée à la fonte, c'est-à-dire en exprimant les demi-produits et produits finis par leur équivalence de fonte :

Années	Production	Exportations	Importations	Consommation
	Unité = Kilotonne = 1000 tonnes			
1876	6 556	2 908	193	3 841
1890	7 904	5 292	467	3 079
1902	8 680	4 879	1 402	5 203

Il résulte de ces quelques statistiques d'ensemble — et c'est la conclusion à laquelle est arrivée la commission Chamberlain — les points suivants : l'Angleterre, qui, il y a vingt-cinq ans, détenait près de la moitié de la production totale de fonte, a perdu vers 1893 une hégémonie de plus de cent ans ; si sa fabrication de fonte a progressé parallèlement à sa population, les avances de l'Allemagne et des États-Unis sont beaucoup plus rapides ; tous ses districts producteurs sont affectés du même état stationnaire, contrastant avec les progrès concurrents. La même constatation est à faire en ce qui concerne l'acier.

Mais d'où provient cette infériorité relative de la sidérurgie anglaise ?

Nous avons vu que, ainsi qu'il convenait à une commission instituée pour appuyer les idées de celui qui l'avait nommée, la commission Chamberlain l'attribue au défaut de protection douanière. C'est là, en réalité, com-

mettre une grave erreur, basée sur une interprétation trop étroite de faits et de chiffres constatés. Il est d'autres faits et d'autres chiffres qui donnent la clé du mystère, qui montrent clairement les causes véritables du phénomène.

Je ne puis entrer ici dans une étude approfondie de la question, cela m'entraînerait trop loin. Je me bornerai à indiquer tout d'abord qu'il n'y a rien que de fort naturel à ce que l'Angleterre ait été, dans ce domaine, rejointe et même devancée par d'autres nations plus jeunes dont les richesses, longtemps inexploitées, ont été petit à petit mises à fruit. C'est là un fait qui se reproduit dans tous les domaines, et le protectionnisme eût été impuissant à empêcher cette situation. En ce qui concerne spécialement l'Allemagne, il y a lieu de constater — et ceci résulte de statistiques irréfutables — que si l'Angleterre s'est laissé devancer par elle, c'est qu'elle n'a pas, comme sa concurrente, marché dans la voie du progrès. La supériorité de l'Allemagne date, en effet, de l'application presque universelle qu'elle a faite du procédé Thomas pour la fabrication de l'acier, tandis que l'Angleterre restait confinée dans les anciens procédés de fabrication. Jouissant d'une situation acquise qu'elle croyait inattaquable, elle s'est endormie dans une fausse sécurité et a négligé les réformes et les transformations que commandait le progrès de l'industrie. Et, encore une fois, ce n'est pas le protectionnisme, loin de là, qui eût pu lui servir d'aiguillon.

Abordons maintenant l'examen de ce que j'appellerai l'enjeu sidérurgique et les conséquences de l'établissement éventuel de droits protecteurs en Angleterre.

Je n'ai malheureusement pu mettre la main sur des statistiques d'entrées anglaises suffisamment détaillées pour chiffrer les atteintes que peuvent porter de tels droits aux exportations sidérurgiques belges, allemandes et américaines vers le Royaume-Uni. Même en voulant con-

sulter les chiffres globaux par catégories, je me suis heurté, dans les publications du *Board of Trade*, à une difficulté résultant d'une nouvelle classification adoptée en 1903.

Je me bornerai donc à dire, d'après les statistiques du *Board of Trade*, que les importations anglaises de minerais de fer ont été de 6 100 556 tonnes en 1904, contre 6 313 236 en 1903, 6 440 317 en 1902, 5 546 845 en 1901 et 6 297 873 en 1900, ce qui représente, *grosso modo*, les deux tiers de la consommation du pays. (Les 5/6 de minerais étrangers proviennent d'Espagne.) Les importations de fers et aciers bruts, demi-finis et finis, ont été de 1 291 830 tonnes en 1904, 1 320 586 en 1903, 1 040 744 en 1902, 868 739 en 1901 et 761 402 en 1900 : ces chiffres correspondent à peu près à la production sidérurgique annuelle totale de la Belgique, dont les huit dixièmes environ sont exportés.

Ces seules données suffisent à montrer combien une perturbation jetée dans le mouvement des importations sidérurgiques anglaises peut avoir de répercussions en Belgique. Notre pays est, au surplus, le plus rapproché de l'Angleterre.

D'après les statistiques belges, nous avons exporté, en commerce spécial, vers le Royaume-Uni :

		1899	1901	1903
Machines	fr.	5 575 000	4 500 000	6 700 000
Aciers		14 500 000	9 400 000	17 100 000
Fers divers		11 600 000	8 500 000	15 200 000

Un droit d'entrée de 5 à 10 p. c. sur un mouvement semblable représenterait 2 à 3 millions de perte annuelle pour notre industrie sidérurgique si nos producteurs étaient appelés à la supporter entière, sans atténuation directe ou indirecte.

Pour l'Angleterre, la taxe projetée sur les importations sidérurgiques étrangères, en admettant qu'elle porte tous ses fruits, pourrait se chiffrer à 20 millions de francs si

l'on prend pour base 150 francs comme valeur marchande moyenne de la tonne de fers et aciers importés ; un prix moyen de 125 francs la tonne de 1000 kilogr. donnerait 16 millions, au cas, bien entendu, d'une taxe générale de 10 p. c. Mais nous avons vu que celle-ci serait proportionnelle à la protection existant dans les différents pays en cause.

Ces chiffres posés, que faut-il penser, au point de vue commercial, des conséquences de semblables taxes douanières ?

Quand on considère les bénéfices que réalisent les usines allemandes et belges bien montées, on ne peut pas dire que des pertes telles que celles que nous venons de chiffrer plus ou moins grossièrement soient impossibles à supporter.

Dans un parallèle industriel entre les grandes aciéries belges, allemandes, françaises et luxembourgeoises établi récemment par des organes spéciaux, il a été calculé pour les bonnes usines un bénéfice de 10 à 20 francs par tonne de lingots. Douze grandes aciéries allemandes ont gagné en 1902-1904 une moyenne de 5 millions de marks par an chacune ou 10 à 15 marks à la tonne ; sept aciéries belges, plus modestes, dans l'ensemble, arrivent à 11 francs par tonne, avec 17 francs pour Cockerill (grâce à ses ateliers de construction) et 20 francs pour Ougrée, qui gagne en un an 5 millions 1/2, dont partie grâce à ses charbonnages.

Les droits que l'on propose d'établir ne seraient donc pas prohibitifs pour nous, en général ; pour nos aciéries bien situées et bien outillées ils seraient même assez aisément supportés, ne constituant pour elles qu'un manque à gagner. Ils n'en créeraient pas moins des difficultés assez sérieuses pour les installations moins bien venues, moins puissamment organisées.

Mais ce sont là les conséquences commerciales immédiates et les plus apparentes. Rien ne dit que les effets plus éloignés de cet obstacle artificiel qu'est une barrière douanière doivent être désastreux pour l'industrie belge.

L'établissement de cette barrière peut évidemment jeter un trouble sérieux et momentané dans les transactions commerciales. Mais l'obstacle devient souvent illusoire : on le franchit aisément ou on le contourne.

Je n'en veux pour preuve que l'expérience faite par l'Allemagne dans cet ordre d'idées.

L'exemple du Zollverein allemand, outre qu'il est de saison au moment du renouvellement du traité de commerce germano-belge, offre l'avantage d'une succession de régimes différents bien caractérisés. Le tarif allemand de 1870 était modéré ; celui de 1879 consacrait, au contraire, un régime ouvertement protectionniste qui fut ensuite atténué en 1891 ; nous voyons revenir, en 1904, à une protection accentuée dans le tarif général arrêté, mais, en fait, les traités de commerce apportent des tempéraments, et celui que l'on discute en Belgique est celui de 1891 très légèrement aggravé (1).

Or, si l'on se reporte à ces différentes époques et que l'on consulte les statistiques du mouvement commercial de la Belgique avec le Zollverein, on obtient la succession de chiffres suivants, montrant les étapes franchies par nos échanges :

Mouvement commercial de la Belgique avec le Zollverein en milliers de francs (commerce spécial)

	1900	1895	1890	1885	1880	1875	1870	1865
Importations en Belgique	524	215	170	146	224	163	108	67
Exportations de Belgique	427	327	248	185	218	229	128	70
Différence en faveur des importations	—	—	—	—	6	—	—	—
Différence en faveur des exportations	105	112	78	39	—	66	20	3

(1) Pour résumer le régime de 1891 en ce qui concerne la sidérurgie, je rappellerai qu'il frappait les fers et aciers laminés de droits de 2 1/2 marks les cent kilos, les tôles de 3 marks, les roues de 2 1/2 marks, les articles de grosse forge, les ponts et charpentes de 3 marks, les outils et fers ouvrés de 6 à 60 marks suivant le degré de finesse, l'armurerie de 6 à 24 marks pour les pièces détachées, de 60 marks pour les armes finies, la construction mécanique de 3 à 8 marks, celle des wagons de 6 à 10 p. c. La construction maritime et fluviale était exempte de droits.

On voit que, si les tarifs renforcés de 1879 ont eu sur nos entrées en Allemagne une influence assez sérieuse, celle-ci n'a cependant été que momentanée, elle n'a marqué qu'un simple temps d'arrêt dans notre mouvement : nos produits n'ont pas tardé à surmonter les difficultés douanières et à s'infiltrer dans le pays avec une nouvelle force. Chose remarquable, d'ailleurs, nos importations d'Allemagne ont été plus profondément affectées par le régime protectionniste de 1879 et, sauf en 1880, précisément au lendemain de l'établissement de ce régime, la balance de nos échanges n'a cessé de s'affirmer en notre faveur.

Il est donc permis de dire d'une manière générale que les effets d'une barrière douanière se trouvent atténués, sinon tout de suite, du moins à la longue, par la force même des choses, par l'impétuosité du courant d'échanges qui s'est établi entre deux nations s'approvisionnant mutuellement.

Il n'en pas moins vrai que, au point de vue sidérurgique, par exemple, plus peut-être qu'ailleurs, l'industrie belge a eu incontestablemont à souffrir des entraves rencontrées dans la direction de l'Est. Il y a ici cette circonstance aggravante que le protectionnisme a été pour l'industrie allemande un stimulant puissant et efficace. Comme il arrive dans tout pays jeune qui s'organise industriellement, c'est à la faveur de son régime protecteur que l'Allemagne a pu se créer une industrie forte et lui donner l'admirable développement que l'on sait. Non seulement les usines ont pu se créer et s'outiller puissamment au début, sans crainte de la concurrence, et réaliser des bénéfices importants, mais elles ont pu dans la suite, grâce à leur situation acquise, agrandir et compléter leurs installations. Et lorsque plus tard, en 1891, l'Allemagne abaissa ses tarifs, elle le fit dans la pensée de combattre les effets menaçants qu'amène fatalement le protectionnisme outré : la surproduction et le renchérissement de

la main-d'œuvre. Mais le but visé, l'impulsion à donner à l'industrie naissante, était atteint. Celle-ci a pu ensuite, maîtresse qu'elle est du marché intérieur où elle écoule la majeure partie de sa production, atteindre son plein développement.

Mais, dira-t-on, la Belgique n'a-t-elle pas à redouter que l'Angleterre, si elle entre dans la voie où l'industrie allemande a trouvé ces avantages, y trouve le même bénéfice ? N'est-il pas à craindre que, outre une fermeture partielle du marché sidérurgique anglais, outre une difficulté plus grande pour nos produits d'y pénétrer tout au moins pendant quelque temps, le protectionnisme amène une rénovation énergique de l'outillage sidérurgique en Angleterre ?

Je ne le crois pas. S'il est incontestable que, dans un pays neuf, nouvellement ouvert à l'industrie, la protection soit grandement opportune, qu'elle soit une aide précieuse dans la création et l'organisation de son outillage — ce fut le cas de l'Allemagne, des États-Unis, de la Russie — il n'en est pas de même d'un pays qui, comme l'Angleterre, est arrivé à l'apogée de son développement économique. Si la Grande-Bretagne, sous l'aiguillon de la concurrence mondiale, n'a pas su, ainsi que nous l'avons vu, se tenir à la hauteur de tous les progrès industriels, ce n'est pas la protection qui la fera sortir de sa torpeur. Ses tarifs protecteurs ne feront, au contraire, qu'endormir davantage sa vigilance. Se croyant à l'abri de la concurrence, elle ne trouvera pas le stimulant nécessaire lui permettant de vaincre les difficultés avec lesquelles elle se voit aux prises. Malgré toute sa protection, la France n'a pas su suivre, au même degré que l'Allemagne ou la Belgique, le mouvement qui s'est produit dans le domaine industriel. Il n'y a pas plus de raison pour que le protectionnisme donne à l'Angleterre la force de se ressaisir et de réagir contre un assoupissement fatal.

D'autres considérations sont à faire valoir lorsqu'on envisage les conséquences possibles de l'établissement éventuel de droits protecteurs en Angleterre.

Nous avons vu quelles étaient les importations sidérurgiques anglaises (1 400 000 tonnes environ) vis-à-vis de la production (8 680 000 tonnes), de la consommation intérieure (5 200 000 tonnes) et des exportations (4 875 000 tonnes). Nous avons vu aussi par combien de millions se chiffreraient les droits éventuels frappant lesdites importations.

Ces millions seraient loin d'être tout profit pour nos concurrents d'outre-Manche, et à ce point de vue encore une distinction très importante est à faire entre notre situation vis-à-vis du Royaume-Uni et celle que nous avons dû subir à notre frontière de l'Est.

Quand nous approvisionnons l'Allemagne en fers et en aciers, c'est à peu près exclusivement pour elle-même, pour sa consommation. Pour des produits pondéreux, en effet, la Westphalie n'est pas précisément pour nous le chemin de la mer ; au contraire, un important tonnage sidérurgique allemand transite par la Belgique.

Tout autre est la situation vis-à-vis des Anglais, que nous servons partie pour leur consommation et partie pour leur commerce, pour la réexportation avec ou sans déclaration de transit. Les statistiques douanières ne révèlent qu'imparfaitement — parce que le courtier et le commerçant anglais cachent leurs affaires avec un soin et une jalousie séculaires — la fraction importante de nos fers, de nos aciers, de nos constructions mécaniques et métalliques expédiée vers les ports anglais, mais qui ne font que toucher bord. Pris à Anvers en complément de cargaison, pour approvisionner les magasins anglais, passer par les ateliers et chantiers de constructions, etc., ces produits sont réfléchis au loin instantanément ou après un court séjour en terre anglaise.

Cette partie du trafic anglo-belge pourra échapper aux

atteintes protectionnistes d'autant plus facilement que nous pouvons compter sur la double complicité du commerce et de la marine britanniques. Ce n'est pas de l'internationalisme que pratiquent les courtiers, agents, exportateurs, constructeurs et armateurs anglais quand ils viennent nous enlever nos profils spéciaux, des produits à meilleur marché ou pouvant être livrés dans de plus courts délais : ils font des affaires, leurs affaires, et ils auraient, après l'instauration du protectionnisme, une raison de plus de venir à nous : les obstacles qu'ils rencontreraient de la part de leurs propres compatriotes.

On objectera que les aciéristes anglais pourront faire comme ont fait leurs confrères allemands : pratiquer le *dumping*, vendre très cher au dedans et à tous prix au dehors. Mais les situations ne sont pas les mêmes : les relations entre la consommation intérieure et l'exportation, nous l'avons vu, sont autrement favorables aux Allemands, qui peuvent vivre sur le pays même, ce qui n'est pas le cas de la métallurgie anglaise. Le marché anglais, d'autre part, est plus accessible, à cause de la mer, que le marché allemand, défendu par les longs transports terrestres.

D'un autre côté, on pense bien que pour la quantité de produits qui, au pis aller, seraient arrêtés par une barrière douanière anglaise, nous ferons les plus grands efforts de placements ailleurs. C'est le marché extérieur anglais rendu d'autant plus difficile.

Là encore une assimilation avec l'Allemagne n'est pas admissible. Le marché extérieur anglais, très vaste et très dispersé, offre plus de prises que le marché extérieur allemand ; le *dumping*, pour les raisons déjà indiquées, y est beaucoup moins à craindre. Enfin, nous jouissons pour l'approvisionnement des marchés lointains d'avantages géographiques très importants.

Sidérurgiquement et internationalement parlant, nous sommes placés dans une position privilégiée au point de vue majeur des transports. Vis-à-vis du district minier

lorrain-luxembourgeois, c'est-à-dire du plus important dépôt de minerais de fer européen, nous sommes à cheval sur la route de la mer, en même temps que sur le charbon. Que l'on fabrique la fonte, le fer et l'acier sur le minerai ou sur le charbon, la voie de Charleroi et plus encore la voie de Liége sont les plus courtes de la Lorraine à la mer, et elles sont encore raccourcies par le fait que la mer pénètre, commercialement parlant, jusqu'à Anvers, loin dans l'intérieur du pays.

C'est là, pour nous, avec notre vieille expérience des choses du fer, une supériorité que nulle protection douanière ne nous enlèvera, à moins que — hypothèse absurde — l'on n'en revienne à une fermeture de l'Escaut. Cette supériorité naturelle est bien, d'ailleurs, ce qui a obligé nos concurrents les uns après les autres à nous handicaper. Mais, ce qu'ils ont pu faire pour fermer leurs frontières, ils ne le peuvent pour nous fermer les marchés lointains ; par la force des choses — jusqu'à ce que le protectionnisme ait fait son œuvre et amené sa fatale réaction chez les nations qui le pratiquent — ces marchés restent notre ressource suprême.

Dans le même ordre d'idées, il n'est pas défendu d'entrevoir pour la Belgique certaines conséquences heureuses résultant du protectionnisme anglais.

Si, en effet, cette protection peut être désirée par les industriels, qui, à tort ou à raison, y voient un moyen de lutter plus efficacement contre la concurrence étrangère, elle sera vraisemblablement moins du goût du commerçant, de l'exportateur, de l'armateur anglais, qui y verront plutôt un trouble sérieux apporté à la vaste organisation commerciale et maritime de l'Angleterre. En dehors de son importante consommation propre, la Grande-Bretagne est un vaste marché central international, où convergent les ordres et les marchandises. Elle jouit de ce fait d'un véritable avantage, presque d'un monopole, qui déjà cependant est sérieusement battu en

brèche par les grands ports continentaux. Du jour où les ports anglais seront rendus moins accessibles du fait d'entraves protectionnistes, même non directement opposées au transit, cet obstacle, que l'on cherchera à éviter, deviendra pour leurs concurrents un excitant à un assaut plus direct et plus général. Dans une telle éventualité, n'est-il pas permis de penser qu'Anvers serait le port de réflexion tout indiqué pour recevoir tout courant d'affaires déviant des ports anglais ? D'aucuns verront là en perspective cette marine marchande nationale à laquelle on pousse, dans certains milieux, avec une si persévérante ardeur...

Mais ici je m'arrête, me trouvant sur un terrain qui n'est plus le mien et que je n'ai pas à explorer.

Je conclus.

De cette étude forcément abstraite et incomplète, où j'ai cherché à mesurer, en me plaçant à un point de vue spécial, les conséquences éventuelles de l'établissement de droits protecteurs en Angleterre, un premier point se dégage tout d'abord, c'est que le protectionnisme anglais semble, en principe tout au moins, n'avoir rien de prohibitif, comme le protectionnisme allemand, français, russe ou américain. Il est modéré, défensif, opportuniste, gradué, aux vœux de la commission Chamberlain, d'après les droits de l'étranger auxquels il tend à riposter.

Ce n'est donc pas, vis-à-vis de la Belgique en particulier, d'une cuirasse — si je puis me permettre cette comparaison peut-être un peu hardie mais qui me paraît expressive — que l'Angleterre projette de s'entourer, mais d'un simple plastron.

Dans ces conditions, si les nouveaux tarifs anglais doivent nous occasionner, tout au moins au début, des difficultés, celles-ci seront cependant moindres que celles que nous avons vues se dresser devant nous vers nos frontières du Sud et de l'Est. Or, ces obstacles semés sur

notre route, nous en sommes venus à bout : nous les avons franchis ou nous les avons contournés. Quand on voit prospérer, au milieu du protectionnisme d'outre-Rhin et d'outre-Quiévrain, nos bons établissements sidérurgiques, quand on assiste au développement incessant de ces installations, on est en droit, semble-t-il, de dire que le protectionnisme anglais, s'il peut nous gêner, ne doit pas nous alarmer. Nous pourrons, au surplus, y trouver certaines compensations d'ordre spécial, que je n'ai fait qu'esquisser.

En résumé, dans le domaine de la sidérurgie comme ailleurs, j'ai la conviction que la Belgique, petite mais vaillante, saura se défendre contre le nouveau danger qui la menace.

PAUL DE LAVELEYE.

VI

LA POLITIQUE DES TRAITÉS (1)

—

Messieurs, très aimablement plusieurs d'entre vous ont manifesté le désir de me voir ouvrir la discussion. J'eusse préféré cependant le rôle d'auditeur, j'eusse préféré voir la discussion s'engager d'emblée entre les rapporteurs. Leur compétence, leur maîtrise indiquait cette solution. Mais puisqu'il se fait que je me suis trouvé chargé de préparer la session et d'inviter les rapporteurs, je ne veux pas me dérober à l'invitation qu'ils m'adressent à leur tour.

Qu'ils me permettent, avant tout débat, de leur offrir un remerciement collectif après les remerciements que M. le Président de la Section a adressés à chacun.

Nos rapporteurs ont été si documentés et si précis, ils ont conclu si judicieusement qu'il est malaisé de trouver un point de vue nouveau. Je me bornerai à vous livrer les réflexions que l'audition des rapports m'a suggérées : c'est un essai de conciliation de points de vue qui semblent opposés. Car si la politique néo-protectionniste n'a pas trouvé ici de défenseurs, d'autre part il a été constaté que la situation de l'industrie britannique appelle des remèdes. Il a été constaté également que l'Angleterre devra prochainement orienter sa fiscalité dans des voies nouvelles.

A mon sens, les faits exposés mettent en lumière une constatation capitale, à savoir le discrédit où sont tombés, auprès d'une partie de l'opinion britannique, et la religion jadis indiscutée du libre-échange et le dogme fondamental de cette religion, lequel dogme proclame que les produits s'échangent contre les produits.

(1) Nous publions, sous ce titre, la communication par laquelle M. Éd. Van der Smissen a ouvert le débat du 4 mai.

Il n'est plus permis de prendre à la lettre cet axiome économique. Les statistiques montrent qu'en ce qui concerne le Royaume-Uni l'écart annuel est devenu formidable entre les exportations et les importations. En 1904 il a été de plus de quatre milliards et demi de francs, soit d'environ 33 %.

L'aphorisme classique avait grand besoin d'être mis au point. Sir Robert Giffen a entrepris de calculer comment l'écart était comblé ou à peu près : il l'est en partie par la rémunération des capitaux britanniques placés à l'étranger, en partie par les profits que les Anglais tirent des nombreuses entreprises de transports et de finances qu'ils gèrent et dont l'étranger est tributaire.

On peut donc restaurer le dogme qui a paru ébranlé, en remarquant qu'il n'y a pas que les marchandises qui soient des produits. L'activité humaine revêt d'autres formes que la production des denrées. Elle peut produire d'autres utilités. C'est ce qui arrive quand elle met à la disposition des pays neufs ou peu outillés le travail des générations antérieures sous les formes diverses du capital. Notons-le en passant, il s'accomplit dans ce cas une œuvre de solidarité merveilleuse, dont le capitalisme tant honni par d'aucuns est l'agent. Mais, ainsi précisée, la formule (les produits s'échangent contre les produits) n'a plus la portée qu'on lui attribuait. On n'en peut plus conclure qu'un pays en ouvrant sa frontière détermine par le seul fait une exportation du produit de ses industries équivalente à l'importation qui se fera de produits étrangers.

L'idée du libre-échange n'en est pas à mes yeux moins belle, moins rationnelle ; seulement il n'y a pas de libre-échange là où le courant d'échanges déterminé par l'entrée libre des produits étrangers dans un pays donné est artificiellement brisé par les barrières prohibitives élevées à la frontière des États dont les produits sont accueillis dans le dit pays.

Dans ce cas il n'est plus question de libre-échange,

mais bien de bouleversement des conditions naturelles de l'échange. L'expérience si amère que fait l'Angleterre est concluante.

Si l'Angleterre à son tour barre ses frontières, les choses en iront-elles mieux ? Assurément non, si elle se borne à cette mesure incomplète.

Mais ne peut-on espérer une solution meilleure ?

A quelque nuance de l'opinion qu'appartienne la majorité sur laquelle il s'appuiera, le Gouvernement britannique, à bref délai, devra créer de nouvelles ressources. Ne pourrait-il les demander à un tarif douanier appliqué à l'intervention de traités de commerce, traités bien compris et favorables aux échanges réciproques et normaux ?

Je m'explique.

Sans réciprocité, sans traités, le régime de la libre entrée des marchandises étrangères est un état des relations internationales anarchique, instable et qui, par là même, porte en lui la possibilité de l'état de guerre. Quand on réfléchit à cela, ce qui étonne, c'est que l'Angleterre ait toléré si longtemps cette absence d'organisation de son commerce international.

Le régime des traités de commerce paraît bien supérieur, s'il est bien compris. Si le *traité de commerce* mérite son nom, il réalise le régime de l'échange constitué, par opposition au régime de l'échange anarchique et instable.

Les économistes qui ont conçu l'échange et le jeu de l'échange en faisant abstraction de l'existence des États ont construit en Utopie. Puisqu'il y a des États et des frontières, le progrès véritable consistera à constituer le régime juridique des échanges internationaux par des traités, plus compréhensifs il est vrai que les traités tels qu'on les a négociés jusqu'à présent.

Le traité de commerce de l'avenir doit être plus qu'un tarif conventionnel. Il doit embrasser tous les phénomènes de l'échange pour les canaliser. Le libre-échange doit en

être la théorie foncière : ce sera la *règle*, règle sujette aux conceptions et aux atténuations que suggérera tel ou tel intérêt primordial que les États contractants voudront sauvegarder.

Pour sortir du domaine des généralités, je précise ma pensée en deux points :

1° Le traité de l'avenir doit embrasser tous les phénomènes pour les régulariser. Il contiendra, par exemple, des stipulations concernant les *trusts* et le *dumping* — soit en subordonnant son application à l'existence dans les pays contractants d'une législation interne qui prohibe les coalitions de vendeurs, soit en établissant des tarifs mobiles s'élevant automatiquement quand les prix descendent sous un niveau convenu.

2° Tenant la liberté réciproque pour la règle des échanges internationaux, le traité admettra des exceptions à la règle, si un intérêt important, vital pour l'État, au point de vue où il se place, paraît être en cause. Par exemple, un État protégera par des droits de douane les industries qui assurent la défense nationale, ou encore il prendra des mesures *momentanées* pour sauver une industrie qui traverse une crise.

Le traité de l'avenir n'acquerra point, dès la première négociation, sa forme parfaite. Organisme nouveau dans la vie internationale, il se développera et se perfectionnera en même temps que grandira la fonction régulatrice à laquelle il s'adaptera de plus en plus. Il subira la loi sociologique analogue à la loi biologique, selon laquelle l'organe se développe avec la fonction.

En cherchant dans cette voie l'organisation du commerce international, on réaliserait en même temps un progrès juridique.

Le progrès juridique, en effet, consiste à ériger en règles de la législation positive les jugements que la raison est amenée à formuler successivement au sujet des besoins nouveaux des sociétés. Selon les cas, ces préceptes

du droit consacrent des situations de fait nouvelles, édictent des prohibitions, créent des devoirs nouveaux, abolissent les prescriptions surannées.

C'est ainsi qu'a progressé le droit interne des différents pays. C'est ainsi également que s'est développé et précisé le droit des gens.

Combien il serait désirable que les réformateurs britanniques orientassent leurs programmes dans ce sens !

Jusqu'ici la note belliqueuse a prédominé, chez Chamberlain comme chez Balfour, dont les projets sont présentés à titre de défense ou de représailles.

Ne peut-on espérer qu'un point de vue plus pacifique prévaudra ? Justement, il se fait que M. Balfour a affirmé ses préférences théoriques pour le libre-échange. La politique des traités, c'est la possibilité de leur donner, sans duperie, une réalisation pratique.

C'est aussi la possibilité d'introduire dans les relations du commerce international l'ordre et la raison, la réciprocité des devoirs et des droits. On se rapprocherait de l'état de choses que le grand réformateur Peel appelait de ses vœux : la libre circulation des dons du Créateur. Ce serait l'échange international conventionnellement organisé et garanti.

Si les libéraux reviennent au pouvoir prochainement, rien n'empêche qu'ils se rallient à cette politique, car elle est vraiment libérale dans ses tendances et elle le serait en fait, moyennant la réciprocité du bon vouloir dans la négociation des traités.

Ce serait, selon moi, une illusion d'espérer que l'Angleterre, pays des gens d'affaires, se contentera du *statu quo*. Si elle reste fidèle au libre-échange, elle pratiquera dans l'avenir un libre-échange moins théorique, moins illusoire que celui d'aujourd'hui.

Assurément les traités de commerce ne sont pas une panacée. Leur négociation est chose délicate au surplus. Mais peut-on douter qu'ils donnent des résultats meilleurs

que ceux du régime de libre-échange unilatéral qui prévaut aujourd'hui ?

On a fait remarquer, il est vrai, que toute taxation de produits qui sont la *matière première* d'autres industries est une taxe sur ces industries. L'argument n'est pas nouveau. On peut aller plus loin et faire remarquer que tout cas de *dumping* est, en sens contraire, un profit pour l'industriel qui a pu faire la bonne affaire et acheter au-dessous du prix normal.

Justement, ce profit particulier est contraire à l'intérêt général ; il transforme le commerce en loterie, parce qu'il détruit les conditions normales de la concurrence.

De même l'acquisition de matières premières à bas prix par certains industriels peut être contraire à l'intérêt général.

Rendons-nous bien compte des faits. L'on est frappé des sacrifices qui résultent pour telle industrie d'une taxe sur les produits manufacturés qu'elle met en œuvre, et l'on attribue l'inconvénient au traité de commerce qui fait l'application de la taxe. Mais l'absence de traité peut produire le même inconvénient. Le régime de libre entrée des céréales, du bétail, de la viande, du beurre, etc. a sacrifié l'agriculture britannique aux intérêts de l'industrie et du commerce. Bref, *toute politique commerciale, même la politique de la frontière ouverte, sacrifie certains intérêts à d'autres intérêts*. Voilà pourquoi, selon moi, la meilleure politique commerciale sera celle qui, pleinement consciente de ses fins, fondera conventionnellement le régime juridique du commerce international.

Il n'est pas possible de n'être pas frappé des constatations si graves de M. Blondel concernant l'agriculture anglaise. Il a donné cette indication, effrayante vraiment, surtout si l'on songe que la portion du sol anglais réservée à l'agriculture proprement dite a été réduite successivement au cours des trois ou quatre derniers siècles : depuis

vingt-cinq ans seulement, la cinquième partie du sol cultivé a été convertie en territoires de chasse (1) !

On comprend que l'idée soit venue de recourir aux vieux droits protecteurs. Et s'il faut se réjouir de voir Chamberlain lui-même renoncer à cette tactique, il faut aussi reconnaître que des mesures de conservation et de préservation s'imposent (2).

Quant à l'industrie, il faut bien reconnaître que d'autres nations ont tiré profit d'une politique de tarifs. Il suffira de nommer l'Allemagne et les États-Unis. Comme les circonstances où ces pays se sont trouvés sont fort différentes de la condition d'un pays à passé industriel glorieux comme la Grande-Bretagne, les néo-protectionnistes de ce pays ne me paraissent pas autorisés à tirer argument de l'essor industriel des pays concurrents. Mais l'on est, à mon sens, en droit de conseiller à la Grande-Bretagne la mise en œuvre, sur le terrain économique, de l'adage selon lequel celui qui veut la paix doit être prêt à la guerre. Or, un tarif établissant des droits à l'importation des articles manufacturés, tarif appliqué à l'intervention de traités libéraux, me paraît être l'armement désirable pour faire régner la paix économique et fleurir les échanges.

Vis-à-vis des pays à traités, le tarif serait réduit, les taxes seraient rendues légères, de façon à ne pas mettre obstacle aux échanges. Ce seraient des taxes fiscales et l'on sait que les impôts légers sont les plus productifs.

Ceci est essentiel. Les réflexions qui précèdent ne sont

(1) La théorie du « Laissez passer » vient des physiocrates qui l'opposèrent au système mercantile... Ils sont bien oubliés aujourd'hui. Comment jugeraient-ils la crise agricole dont souffrent toutes les contrées de l'ouest de l'Europe depuis un quart de siècle ? Tiendraient-ils pour idéal le régime qui sacrifie l'agriculture, eux qui voyaient en elle la seule industrie productive ?

(2) Déjà des tentatives ont été faites par le législateur lui-même pour créer la petite propriété rurale en Angleterre. D'autres soins s'imposent et les efforts tentés en Belgique pour l'instruction de la classe agricole et le relèvement de l'agriculture pourraient être donnés en exemple à nos voisins.

pas d'ordre théorique. Il ne faut pas perdre de vue que le Royaume-Uni devra établir de nouveaux impôts à bref délai. Attendre que les Anglais se résignent à perdre la maîtrise de la mer est naïveté pure. Ils développeront leurs armements d'ordre naval et continueront à les développer.

Pour cela il faudra créer des charges nouvelles. Il suffit ici de renvoyer au rapport et aussi au beau livre de M. Viallate. Et ces charges, quelles seront-elles? De l'*income-tax* il n'y a pas d'augmentation de ressources à attendre par un relèvement du taux actuel de l'impôt. Même le taux actuel ne pourra être maintenu. Les droits de succession ont été sensiblement aggravés, il y a une dizaine d'années, et on leur a appliqué un tarif progressif. De ce côté encore rien à attendre pour le fisc. L'accise et les taxes douanières actuelles ne semblent pas non plus se prêter à des droits plus élevés sur les mêmes produits.

Tout concourt donc à étayer la prévision de l'établissement de nouveaux droits d'entrée. Ce ne serait qu'une application nouvelle du principe de la douane fiscale, principe appliqué largement par la Grande-Bretagne dès à présent. En effet la douane est, dans le Royaume-Uni, la toute première des recettes fiscales. Au budget de 1904-1905 on a prévu qu'elle procurerait 33 900 000 £ de recettes, c'est-à-dire 850 millions de francs. Les droits sur le thé en 1903-1904 ont produit 165 millions de francs et, pour couvrir partiellement le déficit prévu dans l'exécution du budget suivant, on n'a pas hésité à les relever de façon à justifier la prévision d'une plus-value de recettes de 50 millions de francs. Il s'agit d'une plus-value attendue uniquement de la majoration des droits sur le thé.

Ceux qui ont la responsabilité de pourvoir aux nécessités du Gouvernement n'ignorent pas que les impôts indirects sont les plus plantureux et, tout compte fait, les moins impopulaires parce qu'on les acquitte le plus souvent sans même s'en douter.

Partout la douane et l'accise (si le monopole n'en tient lieu) sont les grandes pourvoyeuses du budget. L'Angleterre ne fait pas exception à cette règle. Et il n'y a pas lieu de supposer qu'elle hésitera longtemps à approprier aux besoins budgétaires nouveaux son système de douane fiscale. Au surplus, *la doctrine la plus sûre en économie politique admet la légitimité des droits de douane à titre d'impôts* (1).

Cette politique, à ce qu'il me semble, réunirait tous les avantages. Progressive au point de vue rationnel, libérale de tendance, elle donnerait au budget l'appoint de ressources qu'il attend. Elle permettrait aussi de traiter selon les cas les nations qui sont en rapports commerciaux avec la Grande-Bretagne. Avec les pays innocents du *dumping*, l'Angleterre pourrait conclure des conventions qui, loin d'être une entrave aux affaires, les rendraient plus sûres et favoriseraient même le développement des échanges. L'existence d'un tarif général serait un moyen de pression pour obtenir des autres l'abaissement des barrières douanières et, partant, le développement des relations commerciales.

L'un des grands pays avec lesquels l'Angleterre paraît devoir traiter en premier lieu, dès qu'elle aura établi son tarif douanier, c'est la France.

Peut-être même cette préoccupation n'est-elle pas étrangère au rapprochement anglo-français. C'est ce que M. Viallate avait marqué déjà, au moins implicitement, dans les conclusions de son livre, en prévoyant, avec une force de déduction sûre, les événements qui s'annoncent de plus en plus clairement.

Précisément la France est l'un des pays pour lesquels un traité de commerce *favorisant le commerce* réaliserait

(1) Texte de Ducrocq, *Cours de droit administratif et de législation française des finances*, t. V, édition de 1904, p. 469.

dans le fait un regime de l'échange bien plus libéral que le régime actuel.

Je vois bien un obstacle à la conclusion de pareil traité dans l'éloignement éprouvé en France par d'aucuns pour le régime des tarifs conventionnels, à cause de la stipulation du traité de Francfort dite « de la nation la plus favorisée ».

Cette clause du traité de paix franco-allemand doit conferer à l'Allemagne tous les avantages que la France accordera conventionnellement à un autre État.

Mais je vois aussi dans la conception nouvelle des traités de commerce, le moyen pour la France de traiter avec la Grande-Bretagne sans qu'il y ait lieu à l'application de la clause indiquée. Il suffirait, je pense, pour cela, que les avantages accordés à l'Angleterre fussent subordonnés à quelque condition qui ne se trouve pas réalisée en Allemagne, comme serait une législation repressive des coalitions de vendeurs.

L'on peut, en passant, faire remarquer que les Belges ont tout intérêt à voir la législation des grands pays orientée dans cette voie de la prohibition des *trusts* et des *cartells*. Notre pays est trop petit pour qu'il puisse s'y organiser des syndicats de l'espèce, capables de lutter contre ceux des grands pays industriels.

Dans son rapport M. de Meester s'est montré optimiste dans la supputation des conséquences éventuelles du néo-protectionnisme britannique pour la Belgique et le port d'Anvers. Aux pertes qu'une diminution de nos exportations en Angleterre infligerait à l'industrie belge, à celles qui résulteraient d'une reduction sensible du transit, il entrevoit des compensations. Cette impression est corroborée par les conclusions du rapport de M. Paul de Laveleye. Il est à craindre pourtant que l'Angleterre, si sa politique commerciale devient « protectionniste », ne nous traite pas avec toute la bienveillance désirable. Souhaitons donc qu'elle entre dans la voie des traités « libéraux ».

Car, des compensations entrevues, toutes ne sont pas assurées. La Grande-Bretagne ne fera-t-elle pas de tels de ses ports — notamment du plus important de tous — des ports francs ?

ÉD. VAN DER SMISSEN.

APPENDICE

Au cours de la discussion, M. Mansion cite, à l'appui de la manière de voir de M. Dejace sur l'insuffisance de l'éducation scientifique de beaucoup de techniciens anglais, un passage célèbre de l'Introduction du *Manual of Applied Mechanics* de W. J. M. Rankine, de son vivant professeur de mécanique appliquée à l'Université de Glasgow. Dans cette introduction, intitulée *Preliminary Dissertation on the Harmony of Theory and Practice in Mechanics*, Rankine fait ressortir le gaspillage de matériaux et d'argent qui est la conséquence inévitable du manque de formation théorique chez le plus grand nombre des constructeurs anglais. Nous citons dans la langue originale cette page caractéristique pour ne pas en affaiblir la force :

" There is assuredly, in Britain, no deficiency of men distinguished by skill in judging of the quality of materials and work, and in directing the operations of workmen — by that sort of skill, in fact, which is purely practical, and acquired by observation and experience in business. But of that scientifically practical skill which produces the greatest effect with the least possible expenditure of material and work, *the instances are comparatively rare*. In too many cases we see the strength and the stability, which ought to be given by the skilful arrangements of the parts of a structure, supplied by means of clumsy massiveness, and of lavish expenditure of material, labour, and money ; and the evil is increased by a perversion of the public taste, which causes works to be admired, not in proportion to the fitness for their purposes, or the skill evinced in attaining that fitness, but in proportion to their size and cost.

„ With respect to those works which, from unscientific design, give way during or immediately after their erection,

I shall say little ; for, with all their evils, they add to our experimental knowledge, and convey a lesson, though a costly one. But a class of structures fraught with much greater evils *exists in great abundance* throughout the country : namely, those in which the faults of an unscientific design have been so far counteracted by massive strength, good materials, and careful workmanship, that a temporary stability has been produced, but which contain within themselves sources of weakness, obvious to a scientific examination only, that must inevitably cause their destruction, within a limited number of years (p. 6). „

BIBLIOGRAPHIE

I

Encyclopédie des Sciences mathématiques pures et appliquées, publiée sous les auspices des Académies des Sciences de Göttingue, de Leipzig, de Munich et de Vienne. Édition française publiée sous la direction de Jules Molk, professeur à l'Université de Nancy. Tome I (Premier volume). *Arithmétique.* Fascicule 1er de 160 pages. — Paris, Gauthier-Villars ; Leipzig, Teubner, 1904.

Nous n'avons pas à revenir ici sur l'importance et l'utilité de la grande encyclopédie mathématique, entreprise sous les auspices d'un groupe d'académies allemandes et destinée à fixer l'état exact de la science à l'aurore du XXe siècle. A plusieurs reprises, il en a été question dans cette Revue. Une telle publication ne saurait être confondue avec un traité didactique, puisque les démonstrations en sont exclues ; mais elle se distingue non moins d'un simple formulaire en raison des développements philosophiques et historiques qu'elle renferme, sans parler de sa bibliographie, d'une richesse et d'une précision vraiment exceptionnelles.

On sait le dicton populaire : " Les arbres empêchent de voir la forêt. „ De même, lorsqu'on pénètre dans l'étude approfondie de telle ou telle théorie mathématique, l'abondance des détails sur lesquels se doit porter l'attention détourne parfois l'esprit des vues d'ensemble auxquelles pourtant il doit tendre ; un nouvel effort y est nécessaire. C'est cet effort que supprime ou, du moins, que rend minime un ouvrage comme celui dont nous parlons, en présentant, en quelque sorte, la carte d'assemblage des diverses provinces de la science. L'élaboration d'un tel ouvrage suppose des qualités de patience et d'érudition dont on

fait volontiers honneur à l'esprit allemand. Il n'est donc pas étonnant que l'œuvre ait pris naissance sur le sol germanique ; mais son intérêt universel devait tout naturellement aussi en provoquer la traduction, particulièrement en français, langue assez généralement entendue des hommes instruits de toute nationalité.

C'eût été certes rendre déjà service à bien des gens que de leur offrir une telle traduction ; mais, en réalité, l'édition française a encore une bien autre portée. Elle constitue, en effet, mieux qu'une simple traduction, mais une libre adaptation qui, tout en respectant le fonds même de l'édition primitive, en renouvelle véritablement la forme et l'enrichit de nombreuses et précieuses additions.

Un homme s'est trouvé, d'une érudition et d'une activité peu communes, pour assumer la tâche de diriger une telle entreprise. Placé aux confins des deux peuples dont il parle la langue avec une égale facilité, admirablement informé de leurs ressources intellectuelles respectives, M. Molk, professeur à l'Université de Nancy, a su, d'une part, s'entourer, du côté français, des collaborateurs les plus propres à compléter l'œuvre allemande sans la défigurer, de l'autre, tracer à ces collaborateurs, avec une admirable précision, les directions propres à coordonner leurs efforts en vue du meilleur aboutissement.

Si, comme tout doit le faire espérer, cette édition française, sans rien enlever au mérite universellement reconnu de l'édition allemande, y ajoute, au contraire, des qualités nouvelles propres à la faire apprécier en elle-même et à lui valoir la faveur même de ceux qui avaient déjà connu la précédente, c'est, pour la plus grande part, à M. Molk qu'en reviendra le mérite.

Il est très remarquable d'ailleurs que c'est l'éditeur même de l'ouvrage allemand, Teubner, qui, avec le concours de la maison Gauthier-Villars, de Paris, s'est chargé de faire paraître l'édition française sortie de ses propres presses.

Le premier fascicule du premier volume du Tome I, relatif à l'Arithmétique, comprend trois articles :

Principes fondamentaux de l'Arithmétique ; exposé, d'après H. Schubert, par J. Tannery et J. Molk.

Analyse combinatoire et théorie des déterminants ; exposé, d'après E. Netto, par H. Vogt.

Nombres irrationnels et notion de limite ; exposé, d'après A. Pringsheim, par J. Molk.

Sans entrer dans aucun détail, nous signalerons ici les pas-

sages où l'adaptation française a introduit les additions les plus importantes.

Ce sont, dans le premier article, les nos 4 (nombre ordinal), 8 (premiers systèmes de numération) enrichi de curieux renseignements historiques dont le nom d'un des adaptateurs dit assez clairement la source, 9 (numération décimale, principe de position), 13 (progression arithmétique), 17 (nombres négatifs), 19 (division), 23 (origine concrète de la notion de fraction).

Dans le second : les nos 6 (séquences) où une plus large place a été faite aux travaux de M. D. André, 12 (applications géométriques de l'analyse combinatoire), 15 (généralisations diverses des nombres figurés), 24 (relations entre les mineurs d'un déterminant ou d'une matrice, généralisations), 28 (déterminants centrosymétriques, orthosymétriques, circulantes), 30 (équation séculaire et généralisation), 31 (déterminants de systèmes orthogonaux, maximé d'un déterminant) (1), 32 (déterminants spéciaux : wronskiens, jacobiens, hessiens), 33 (alternants, permanents, continuants), 34 (déterminants arithmétiques), 35 (déterminants cubiques ou à plusieurs dimensions).

Dans le troisième : les nos 2 (logistique), 4 (travaux de François Viète), 6 à 10 (points de vue de Méray, de Weierstrass, de Dedekind, de Paul du Boys-Reymond, de Kronecker, dans la théorie des nombres irrationnels).

M. O.

II

Cours de Navigation intérieure, par J. B. de Mas, inspecteur général des Ponts et Chaussées (ouvrage faisant partie de *l'Encyclopédie des Travaux Publics*). Tome III : *Canaux*. Un vol. in-8° de 579 pages. — Paris, Béranger, 1904.

Ce troisième volume complète le cours professé par M. de Mas à l'École des Ponts et Chaussées de Paris (2). Il est divisé en neuf chapitres.

(1) Cette terminologie spéciale (substitution des mots *maximé* et *minimé* aux mots *maximum* et *minimum*) est une innovation de l'ouvrage.

(2) Pour les deux premiers volumes, voir la Revue (3e série, T. IV, p. 273).

Le premier chapitre, consacré à la section transversale des canaux, puise son principal intérêt dans l'étude approfondie, fondée sur les expériences mêmes de l'auteur, aujourd'hui classiques, de la forme rationnelle à adopter pour cette section en vue du minimum de résistance au mouvement des bateaux.

Le tracé fait l'objet du second chapitre. L'auteur y fixe les règles principales à suivre, dont, suivant les circonstances locales, on s'écartera plus ou moins, d'abord dans le cas des canaux latéraux, puis dans celui des canaux à point de partage. Pour ce dernier cas, la question capitale est celle du choix de l'emplacement du bief de partage ; aux yeux de l'auteur, la considération la plus importante qui y intervienne a trait à la possibilité de recueillir aux abords de ce bief les eaux nécessaires à son alimentation. La solution d'un souterrain ne doit être adoptée qu'en cas de force majeure. Comme exemples de tels ouvrages l'auteur décrit en détail les souterrains de Saint-Quentin, de Mauvages et de Balesme.

La question des ponts à la rencontre des voies de terre est traitée dans le Chapitre III. Les canaux en comportent de trois sortes : ponts par-dessus, fixes ou mobiles ; ponts par-dessous. Ce sont principalement les ponts mobiles qui offrent des dispositions spéciales sur lesquelles s'étend l'auteur, notamment en ce qui concerne les ponts tournants, les ponts-levis à flèches et quelques types de ponts levants.

La traversée des cours d'eau exige d'autres ouvrages dont les dispositions varient suivant l'importance de l'écoulement qu'il s'agit de maintenir. On en trouve la description au Chapitre IV. Pour les cours d'eau de peu d'importance, voire pour le simple écoulement des eaux pluviales recueillies dans les contre-fossés, on a recours soit à des aqueducs ordinaires, soit à des aqueducs-siphons lorsque le plafond du canal est à un niveau trop peu élevé par rapport au fond du cours d'eau à traverser.

A propos des ponts-canaux, auxquels on doit recourir lorsque le cours d'eau est plus important, M. de Mas insiste particulièrement sur les moyens d'assurer l'étanchéité de la cuvette des ponts en maçonnerie, s'étendant en détail sur ceux qui ont été employés au pont-canal du Guétin sur le canal latéral à la Loire, au pont-canal de Saint-Phlin sur le canal de la Marne au Rhin et à ceux du canal de Dortmund à l'Ems. Il indique aussi les précautions à prendre pour éviter, autant que faire se peut, les fâcheux effets de la gelée.

Passant ensuite aux ponts-canaux métalliques, l'auteur en décrit plusieurs types, et notamment le grand pont-canal de Briare, tout en acier. Il porte une attention spéciale sur un dispositif de détail dont le rôle est capital, savoir le joint étanche qui rattache la bâche à la maçonnerie des culées, et termine cette étude par des observations générales marquées au coin d'un ferme bon sens.

Après avoir indiqué dans quelles conditions rarement réalisées on peut recourir à la solution évidemment fort économique de la traversée des rivières à niveau, l'auteur dit quelques mots des ponts-canaux tournants et des ponts-rivières.

Le Chapitre V est consacré aux ascenseurs et plans inclinés qui permettent de suppléer à l'emploi d'écluses pour racheter une grande différence de niveau sur un faible parcours.

Pour les ascenseurs, il envisage successivement les ascenseurs funiculaires, les ascenseurs hydrauliques et les ascenseurs sur flotteurs. Il s'attache principalement à ceux de la seconde catégorie dont il fait une étude détaillée en décrivant ceux d'Anderson, en Angleterre, des Fontinettes, en France, et de La Louvière, en Belgique.

A propos des plans inclinés, après avoir souligné les difficultés pratiques qui se rencontrent dans les anciens systèmes, et qu'ont notamment mises en évidence les essais de Black-Hill aux États-Unis et de Glasgow en Écosse, il signale la solution proposée par M. l'Inspecteur général Flamant et qui consiste à disposer le sas suivant une horizontale du plan incliné et à lui imprimer un mouvement transversal.

Quelques mots dits à propos des chemins de fer pour bateaux servent seulement à montrer qu'ici la solution n'est pas encore mûre.

Dans une étude critique résumant toute la discussion qui ressort du chapitre, M. de Mas se rallie aux conclusions adoptées en 1902 par le Congrès de Dusseldorf.

Le Chapitre VI, qui traite de la consommation des canaux, se divise en quatre sections : consommation utile, déperditions, précautions à prendre dans l'exécution des terrassements, travaux d'étanchement.

Parmi les moyens employés pour réduire la consommation utile qui se produit au passage des écluses il cite les bassins d'épargne, en donnant comme exemples ceux du canal de Charleroi à Bruxelles, les aqueducs à colonnes liquides oscillantes du Marquis de Caligny et le flotteur de M. de Béthancourt.

Parmi les déperditions auxquelles l'auteur s'attache successivement, les plus importantes sont celles par infiltration qui augmentent d'ailleurs rapidement avec le mouillage. Pour y obvier dans la plus large mesure possible il est nécessaire d'observer, lors de l'exécution des terrassements, des précautions que l'auteur mentionne avec soin, et, le plus souvent aussi de recourir à des travaux d'étanchement qu'il décrit. Dans cet ordre d'idées, d'ailleurs, M. de Mas préconise la méthode du bétonnage, devenue classique depuis l'application qu'en a faite en 1850 M. Malézieux sur le canal de la Marne au Rhin. Fidèle à la méthode qui le guide d'un bout à l'autre de son ouvrage, M. de Mas termine encore ce chapitre par une comparaison entre les divers procédés d'étanchement et par l'examen des cas où chacun d'eux peut être employé.

L'alimentation fait l'objet du Chapitre VII. En ce qui concerne les canaux latéraux, la question est dominée par le principe de Comoy : " L'eau doit avoir la moindre longueur possible de canal à parcourir pour arriver au point où elle est utile. „ Cela n'empêche que sa prise d'eau principale ne soit nécessairement celle d'origine dans le cours d'eau latéral ; pour les prises d'eau secondaires il est préférable, chaque fois que la chose est possible, de recourir aux affluents du cours d'eau principal dont les eaux sont amenées au moyen de rigoles alimentaires, au besoin munies de siphons. L'auteur mentionne aussi les installations mécaniques ayant pour objet de remonter l'eau de bief en bief, telles qu'il en fonctionne au canal de Bourgogne.

Pour les canaux de partage, ainsi que le remarque M. de Mas, la question de l'alimentation devient absolument prépondérante et toute autre considération doit lui être subordonnée.

Les ressources utilisables en pareille occurrence sont, avant tout, les sources avoisinantes, généralement assez faibles, les réservoirs où on recueille les eaux en excès de la saison pluvieuse, les machines élévatoires servant à remonter les eaux puisées dans la rivière principale.

Les réservoirs d'alimentation, vu leur importance au point de vue de la construction, donnent lieu à tout un chapitre, le huitième, où sont successivement étudiés les réservoirs avec digue en terre, les réservoirs de systèmes mixtes et les réservoirs avec digue en maçonnerie. Ce chapitre, un des plus développés de l'ouvrage, aborde successivement les détails complexes qui interviennent dans la question, en les étudiant sur des exemples dignes d'être cités comme classiques : les réservoirs de Mon-

taubry et de Mittersheim, pour les ouvrages en terre ; ceux de Saint-Féréol et du Couzon, pour les ouvrages mixtes ; les anciens barrages espagnols (Almanga, Fuentés) et français (Lampy, Grosbois, Chazilly), pour les ouvrages en maçonnerie. Il rappelle la belle théorie de M. Delocre, appliquée pour la première fois par MM. Graeff et de Montgolfier à la construction du célèbre barrage du Gouffre d'Enfer, sur le Furens, ainsi que les conclusions tirées, relativement aux conditions de stabilité des murs de réservoir, par M. Maurice Lévy de l'enquête faite sur les causes de la catastrophe de Bouzey. L'auteur se borne du reste à de simples indications pratiques, la question des calculs de résistance rentrant dans un autre cours de l'École des Ponts et Chaussées.

Il passe d'ailleurs en revue tous les ouvrages accessoires qui visent soit l'admission, soit l'évacuation de l'eau du réservoir.

Le Chapitre IX et dernier a trait à l'entretien de la voie, au matériel, à la traction, à l'exploitation technique et commerciale ; il se termine par quelques indications visant le point de vue financier et par diverses considérations d'ordre général. L'expérience personnelle de l'auteur y est largement utilisée.

Un ouvrage comme celui de M. de Mas va bien au delà des simples besoins de l'enseignement scolaire ; il constitue pour les ingénieurs un guide précieux qu'ils auront intérêt à consulter à toutes les époques de leur carrière.

M. O.

III

Leçons sur la Topométrie et la Cubature des terrasses comprenant des notions sommaires de nomographie, professées à l'École des Ponts et Chaussées par Maurice d'Ocagne, ingénieur des Ponts et Chaussées, chef du service des cartes, plans et instruments de précision du département des Travaux publics, répétiteur à l'École polytechnique. Un vol. grand in-8° (25 × 16) de VII-225 pages, avec 145 figures. — Paris, Gauthier-Villars, 1904.

Cet ouvrage comprend deux parties et une annexe. La première partie traite de la topométrie, la seconde de la cubature des terrasses.

L'annexe contient des notions élémentaires de nomographie.

Le chapitre premier a pour objet l'étude des organes principaux des instruments : les supports ; les vis calantes, de pression, de rappel, de réglage ; le niveau à bulle d'air (nivelle); les cercles divisés ; les verniers ; les aiguilles aimantées ; les mires.

Chacun de ces organes fondamentaux est étudié d'une manière complète. L'auteur a évité les détails et les considérations accessoires sur lesquels on insiste beaucoup trop dans plusieurs traités de topographie, quoique tout lecteur ayant des dispositions pour les travaux topométriques doive nécessairement les trouver par ses propres réflexions.

La théorie du niveau à bulle (nivelle) est faite d'une manière scientifique originale et avec le plus grand soin. Si nous nous plaçons au point de vue de M. d'Ocagne, qui consiste à considérer la surface interne de la fiole comme un tore de grand rayon, nous n'avons absolument aucune réserve à faire au sujet de son exposé. Le raisonnement est irréprochable et se distingue sous ce rapport des raisonnements habituels sur le même sujet.

Le chapitre II traite de la planimétrie. Il est subdivisé en trois paragraphes intitulés respectivement : I. *Mesure des angles.* II. *Mesure des distances.* III. *Méthodes générales de la planimétrie.* Tous les types d'instruments sont étudiés d'une manière approfondie dans ce chapitre ; même les plus récents : le diastimomètre Sanguet, le tachéographe Schrader, le tachéomètre autoréducteur Sanguet, le photothéodolite Laussedat. Si l'on voulait se montrer très difficile, on pourrait tout au plus signaler une petite lacune au sujet de l'*équerre à prisme* dont il n'est pas fait mention dans l'ouvrage.

Le chapitre III est consacré à l'altimétrie. Il contient deux paragraphes : I. *Instruments et méthodes.* II. *Notions sur le nivellement général de la France.* Il s'agit principalement ici du nivellement soigné et du nivellement de précision, les seuls qui intéressent la généralité des ingénieurs. Pour le nivellement de détail l'ouvrage renseigne le niveau d'eau ordinaire, le niveau Burel, le niveau à collimateur du colonel Goulier et le pantoaltimètre Daniel.

A propos des grands niveaux, nous avons vu avec plaisir M. d'Ocagne s'abstenir d'entrer dans des détails de construction que tout homme intelligent découvre instantanément quand il se trouve en présence d'un instrument, et s'attacher au contraire à mettre en relief les choses essentielles.

Le paragraphe Ier se termine par quelques indications concer-

nant le nivellement trigonométrique (51) et le nivellement barométrique (55) et par un exposé complet du nivellement par cheminement (52), de la vérification d'un nivellement (53) et du tracé des courbes de niveau (54).

Le paragraphe II contient des explications très intéressantes au sujet du nivellement général de la France. Nous avons remarqué surtout dans ce paragraphe une explication très claire (59) de la différence entre les altitudes orthométriques et les cotes dynamiques ; et de la détermination (60) du niveau moyen de la mer au moyen du médimarémètre Lallemand, sujets que l'on passe trop souvent sous silence.

Le chapitre IV traite d'une manière irréprochable la question des raccordements : des raccordements circulaires simples et doubles, et des raccordements à courbure progressive. Notre impression en lisant ce chapitre a été qu'on ne saurait faire mieux. Huit tables pour l'emploi de la clothoïde dans les raccordements à courbure progressive terminent le chapitre IV et la première partie.

La deuxième partie de l'ouvrage de M. d'Ocagne s'occupe de tous les problèmes pratiques relatifs à la cubature des terrasses.

N'étant pas ingénieur, nous avons dû nous borner à examiner cette deuxième partie de l'ouvrage du savant écrivain français au seul point de vue de la rigueur mathématique. Sous cet aspect, la deuxième partie est aussi irréprochable que le reste de l'ouvrage. Quant au côté pratique, voici comment s'est exprimé M. Debauve, Inspecteur général des Ponts et Chaussées de France, dans une notice bibliographique :

" Dans le chapitre V, *Cubature des terrasses*, renonçant à l'ancienne méthode de décomposition, l'auteur traite le problème sous forme d'une intégration approchée. Il passe en revue les procédés mécaniques, géométriques, algébriques, nomographiques pour l'évaluation des profils en travers ; il s'étend surtout sur les procédés nomographiques et en particulier sur celui des points alignés qui lui est propre. Dans un mémoire inséré aux Annales de 1896, M. d'Ocagne a du reste ramené à l'unité tous les procédés nomographiques disparates en apparence, proposés par divers auteurs.

„ Dans le chapitre VI, *Compensation et mouvement des terres*, l'auteur expose sous une forme simple la méthode de Brückner. „

M. d'Ocagne, l'apôtre de la Nomographie, le vrai fondateur de cette science nouvelle exposée par lui, en 1899, dans son *Traité*

de Nomographie et, en 1903, dans son magistral *Exposé synthétique des principes fondamentaux de la Nomographie*, ne pouvait évidemment publier un livre consacré à la Topométrie sans attirer l'attention sur l'emploi des abaques dans les travaux topographiques. C'est l'objet de l'annexe où il expose des *notions sommaires de Nomographie*.

Les quelques pages que comprend cette annexe ne peuvent dispenser le lecteur de l'étude des travaux précités de M. d'Ocagne sur le même sujet. Elles suffisent cependant à faire entrevoir la grande utilité des abaques, et dès lors engageront le lecteur à s'initier à la théorie et à la pratique de ces précieux auxiliaires du calculateur.

Comme conclusion nous transcrivons ici le passage final du compte rendu de M. l'Ingénieur général Debauve, que nous approuvons entièrement :

" En résumé, dans un ouvrage de 220 pages, M. d'Ocagne, professeur exercé dont les leçons se distinguent par leur clarté, a su exposer, sous une forme nette et complète, les principes et les opérations de la Topométrie et de la Cubature des terrasses; il a volontairement laissé de côté la description détaillée des instruments, description fastidieuse qui ne remplace jamais pour le lecteur le maniement même des appareils.

„ Son livre est éminemment utile et doit trouver place dans la bibliothèque de tous ceux qui participent aux études de travaux publics „ et nous ajoutons, de tous ceux qui s'intéressent à la littérature topographique.

ÉD. GOEDSEELS.

IV

LES ÉCLIPSES DE SOLEIL. Instructions sommaires sur les observations que l'on peut faire pendant ces éclipses, et particulièrement pendant l'éclipse totale du 30 août 1905, par G. BIGOURDAN. Un volume in-8° de 167 pages, avec 40 figures. — Paris, Gauthier-Villars, 1905.

" Au moment où une éclipse totale d'assez longue durée va, au mois d'août prochain, se produire pour ainsi dire à nos portes, il nous a paru utile, dit l'auteur dans son introduction, d'énumérer les observations variées auxquelles se prêtent les éclipses

de soleil, et particulièrement les éclipses totales. Certaines de ces observations ne se rapportent qu'indirectement à l'Astronomie; nous les indiquerons cependant, parce qu'elles ont leur utilité propre, et parce qu'elles peuvent se faire à l'œil nu ou à l'aide d'instruments simples et peu coûteux; par suite, elles sont de nature à intéresser un grand nombre d'observateurs.

„ Pour les observations importantes à faire sur la couronne, et qui seront entreprises surtout par des missions puissamment organisées, nous ne pouvions nous proposer que d'en donner une idée générale. „

Nous recommandons vivement à tous les observateurs de la prochaine éclipse, l'étude de cette excellente monographie. Ils ne trouveront pas de guide plus clair, ni mieux informé.

J. T.

V

Que vaut l'Alliance russe ? par Marcel Rouffie. Une brochure de 63 pages. — Paris, Librairie des pages libres, 1905.

Dans la préface que M. Paul Painlevé de l'Institut consacre à la brochure de M. Marcel Rouffie, *Que vaut l'Alliance russe ?* je relève l'appréciation suivante : " M. Marcel Rouffie se place, lui, à un point de vue en quelque sorte scientifique. On ne trouvera pas, dans sa brochure, la moindre trace de considération sentimentale. Avec une froideur voulue, une logique impassible, claire et serrée, qui laisse conclure les faits sans que l'auteur semble intervenir, M. Rouffie pose et discute les questions précises que soulève la situation de la Russie. „

A cet égard, il me paraît qu'il faut faire des réserves. Parlant du tsar, M. Rouffie s'exprime en ces termes : " On se demande si la Russie n'est pas un pays d'opérette, s'il est possible vraiment que 130 millions d'hommes attendent leur unique salut de *la volonté chancelante de ce dégénéré halluciné et névropathe.* „ A propos des terroristes, je note cette phrase : " Un mot suffira en ce qui concerne les terroristes : la dynamite n'a jamais servi de matériel de construction. En détruisant, elle est parfois *l'instrument des châtiments légitimes,* parfois la servante aveugle des vengeances égoïstes, jamais un moyen de gouvernement. „

Aussi, ce que je veux retenir de la brochure de M. Rouffie ce

ne sont pas tant des opinions ultra-démocratiques que des faits importants ayant un rapport direct avec l'alliance et avec la guerre russo-japonaise.

Il est devenu banal de constater combien les intérêts financiers de la Russie ont eu de part dans le rapprochement des deux pays et dans la transformation de la convention militaire de 1891 en un traité formel d'alliance conclu en 1897, consolidé encore en 1900 lors de l'accord anglo-japonais. L'alliance a coûté cher à l'épargne française. Avant la guerre, les capitaux français fournis à la Russie pouvaient s'évaluer comme suit :

Maisons de commerce	49	millions de francs
Propriétés	17	"
Crédits et Banques	18	"
Mines et Industrie	792	"
Fonds d'État et de Villes	6000	"
Fonds Finlandais	90	"
Au total :	6966	millions de francs

Les derniers emprunts ont porté cette somme à près de huit milliards, plus du quart de la fortune française placée hors de France.

Le profit a été grand pour le gouvernement russe. Il a pu, tout d'abord, opérer des conversions avantageuses, grâce auxquelles l'intérêt de la dette extérieure est descendu de 4,38 % en 1892 à 3,95 % en 1902. Alors que la dette s'accroissait de près de cinq milliards, elle n'exigeait annuellement pour son service régulier qu'un supplément de 32 millions de francs.

Un autre emploi de l'argent français a été le rachat des chemins de fer et la construction du Transsibérien. Celui-ci a coûté 2 milliards 275 millions de francs. L'intérêt des capitaux absorbés s'élève à 100 millions, les frais d'exploitation se montent à 125 millions. Pour se payer lui-même, le Transsibérien devrait transporter par an 600 millions de pounds de marchandises; il n'en a transporté que 43 en 1902.

Enfin, il y a l'équilibre des budgets auquel on aurait consacré de 1893 à 1903 inclusivement 2 milliards 912 millions.

Tous ces chiffres n'ont rien d'absolu, car l'étude des finances russes présente les plus grandes difficultés; cependant, au total, ils ne doivent pas être très éloignés de la vérité.

Mais si M. Rouffie insiste sur les bénéfices considérables que l'Alliance a procurés à la Russie, il laisse dans l'ombre ceux

qu'en a retirés la République qui, isolée en Europe, après la guerre de 1870, hésitante et timide sur le terrain de la politique extérieure a pu, grâce à l'appui moral et à l'appui matériel éventuel de son alliée, regagner la place qui lui revenait parmi les nations.

La guerre russo-japonaise a évidemment, au point de vue français, amoindri la valeur de l'alliance et il est certain qu'avant longtemps la Russie ne représentera plus pour la France la force militaire qu'elle représentait en 1891, aussi bien effectivement qu'en apparence, car il y a lieu de constater que la puissance militaire de la Russie avait été surfaite.

La guerre actuelle a démontré que la mobilisation est de nature à engendrer en Russie une crise économique intense susceptible d'en entraver les opérations. Tant qu'il ne s'est agi que de la mobilisation des corps sibériens, le mal n'a pas été considérable; mais la mobilisation des corps de la Russie d'Europe a produit dans les villes le chômage de l'industrie et dans les campagnes l'arrêt des travaux agricoles. L'appel des réservistes a provoqué des émeutes que l'on a dû réprimer par la force.

A ne considérer que les effectifs, la puissance militaire de la Russie en Europe, par suite de l'envoi de troupes nombreuses en Mandchourie, aurait, d'après M. Rouffie, diminué d'un tiers; pour d'autres considérations, la diminution serait plus importante encore. En effet, la formation de trois corps de réserve en Sibérie a absorbé une grande quantité de cadres européens et, d'une façon générale, les corps d'armée de la Russie d'Europe seraient actuellement privés de matériel d'artillerie de campagne à tir rapide, car la guerre a éclaté en pleine période de substitution de ce matériel à l'ancien. Or, seuls les corps des circonscriptions frontières étaient pourvus des nouveaux canons que l'on a dû, pour lutter à armes égales, diriger vers le théâtre de la guerre.

Je pourrais, à la suite de M. Rouffie, m'étendre longuement sur cette situation. Je ne le ferai point, mais j'en tirerai une conclusion que l'auteur ne formule pas, à savoir que la prépondérance politique de l'Allemagne s'accroît en Europe en raison directe des échecs de la Russie en Extrême-Orient et de l'amoindrissement de sa puissance militaire. Je ne sais pas si la France a payé l'alliance aussi cher que M. Rouffie veut bien le dire, on ne paye jamais trop cher les moyens d'être fort quand il faut tirer l'épée, mais il est certain qu'elle doit voir avec amertume diminuer la valeur d'un appui sur lequel elle avait le droit de compter. L'alliance a pu être pour quelques-uns affaire d'emballement et

de sentimentalisme : pour l'heure, c'est affaire d'intérêt pratique ; il s'agit, dit M. Rouffie, de ne point jeter à la rivière un parapluie acheté à prix trop onéreux et il termine en ces termes : " Et si nous demandons à nos ministres d'intervenir à Saint-Pétersbourg pour que quelque chose soit changé dans le gouvernement du peuple russe, ce n'est pas au nom d'une sentimentalité confuse, ou d'un humanitarisme vague : c'est au nom de nos intérêts très matériels et très précis. "

B.

VI

Les Secrets du Coloris. *Guide pratique d'observations expérimentales sur les harmonies coloriées*, par G. de Lescluze, Pbr. Un vol. in-8° de 215 pages, avec 35 planches de couleur et 13 gravures. — Bruges, Demolin-Claeys, 1904.

Ainsi que le dit l'auteur, cet ouvrage fait suite à l'édition publiée sous le même titre en 1900, ou plutôt c'est toujours le même ouvrage qui, en des éditions successives, vient mettre périodiquement sous les yeux du public la théorie que M. l'abbé de Lescluze a déduite de l'observation de l'œuvre des grands maîtres de la couleur. Chaque fois cependant quelque chose de nouveau apparaît, sinon dans le fond au moins dans la forme. Cette fois, l'auteur s'est proposé de donner, dit-il dans son Appendice I, un manuel, une sorte de solfège, où l'on se contente de donner une teneur de la matière, sans rendre raison de rien.

Pour notre plaisir, M. de Lescluze n'est pas resté fidèle au parti pris de sécheresse qu'il affiche, et il s'est mainte fois laissé entraîner à des saillies où se plaît son esprit original et de prime saut. Mais, par contre, nous craignons bien que les écoliers en couleur n'éprouvent quelque difficulté à se débrouiller dans ce solfège aux allures fantaisistes.

Déjà, en janvier 1901, nous avons présenté aux lecteurs de la Revue des Questions scientifiques la théorie de l'abbé de Lescluze, et nous n'allons naturellement pas en recommencer un exposé détaillé ; toutefois, tout en renvoyant à celui que nous avons donné alors (1), il nous paraît nécessaire, pour être intelli-

(1) On peut se reporter aussi à nos *Études esthétiques*, pp. 96 à 111.

gible, de résumer très brièvement les lignes principales de la théorie.

Chaque peintre n'emploie qu'un nombre très restreint de couleurs ; mais tous n'emploient pas les mêmes. Ces groupes systématiques forment de véritables gammes dont chaque note est caractérisée par le nombre de vibrations auquel elle correspond. Chaque gamme colorée comprend un maximum de 32 notes, la génération des gammes étant d'ailleurs fondée sur la théorie des harmoniques.

Les couleurs du spectre étant complétées par le rouge de nacre ou le rouge camélia qui en diffère très peu, on peut y distinguer théoriquement 128 tons différents (la théorie des harmoniques exige une puissance de 2). Ces 128 tons forment une gamme ayant pour tonique la couleur amarante, et leurs nombres de vibrations sont proportionnels à la série des entiers allant de 128 à 256, ce dernier nombre formant l'octave, indiscernable de la tonique. En ne prenant les tons que de quatre en quatre, on en obtient 32, qui forment une gamme tout à fait analogue à celles des peintres, mais qui n'a été adoptée par aucun d'entre eux. M. de Lescluze l'a insérée dans son nouveau volume où chaque ton occupe une page entière, avec, en regard, une petite notice.

Chacun des 128 tons peut servir de tonique à une gamme analogue ; mais les peintres européens n'utilisent que 5 de ces gammes (1). On doit remarquer que, si l'on calcule exactement les tons composant ces diverses gammes, la plupart d'entre elles ne comprennent, en dehors de la tonique, que peu ou point de tons appartenant à la grande gamme fondamentale de 128 tons : une seule, celle qui a 192 pour tonique, n'est formée que de notes de cette gamme (2) : ce n'est donc que par *tempérament* qu'on peut former les diverses gammes avec ces tons.

Si ce tempérament est acceptable dans les tons rougeâtres, où leur suite ne varie, pour l'œil, que par échelons très serrés, il n'en est pas de même dans les tons bleus, où les échelons paraissent fort écartés. Il devient alors nécessaire d'admettre des tons intermédiaires, et nous verrons plus loin que les tons bleus sont notre pierre d'achoppement dans l'analyse d'une peinture.

La distinction des gammes est la base essentielle de la théorie

(1) L'auteur leur a ajouté la gamme japonaise, qu'il ne connaissait pas encore en 1900.

(2) La gamme ayant 128 pour tonique s'y ajoute, bien entendu.

du coloris : mais il faut y ajouter les lois de combinaison des tons d'une même gamme. Ces combinaisons reposent sur des accords analogues à ceux de la musique, accords que M. de Lescluze appelle, nous ne savons trop pourquoi, des *relatifs*. Ici apparaît la loi fondamentale de la perspective par le coloris : toutes les couleurs formant un même relatif tendent à apparaître sur un même plan. Il en résulte d'abord qu'il ne faut pas éparpiller un même ton sur tous les plans d'un tableau. Puis, si deux relatifs ont un ton commun, formant une *conjonction*, cette couleur troublera la perspective par sa tendance à se placer sur deux plans différents. Enfin il peut arriver que deux ou trois tons appartenant à des relatifs différents forment un autre relatif : on peut juger de l'enchevêtrement qui en résulte. La faute consistant à le faire naître apparaissant particulièrement dans l'œuvre de Bernard van Orley, M. de Lescluze l'a baptisée du nom de *van-orleyisme*.

Nous n'entrons pas de nouveau ici dans les détails, mais ce rapide *memento* des principes nous a paru nécessaire. Voyons maintenant en quoi cette nouvelle édition diffère de la précédente. Il y a d'abord moins d'explications sur la théorie : c'est un solfège d'après l'auteur. Par contre, nous avons vu que le volume comprend 32 feuilles de papier coloré, formant la gamme qui a 128 pour tonique et auxquelles s'ajoutent trois autres feuilles intermédiaires, dues à des erreurs qui furent causées par un empoisonnement ayant altéré l'appréciation des couleurs chez M. de Lescluze et qui ont dû être ensuite réparées. Au volume même est jointe d'ailleurs une enveloppe renfermant un certain nombre de tablatures-gammes passe-partout et une feuille gommée permettant, après découpage, de compléter ces tablatures de façon à les faire correspondre à une quelconque des 32 gammes que nous définirons tout à l'heure : mais, avant, il nous faut décrire une tablature. Toute gamme de 32 tons, nous l'avons dit, répond à des nombres de vibrations proportionnels aux entiers allant de 32 à 63 ; mais, dans les diverses gammes, les nombres diffèrent, et il s'agit précisément de placer sous chaque nombre caractérisant la place du ton dans la gamme celui qui caractérise individuellement ce ton : c'est ce que permettent de faire les bandes gommées à détacher du placard, et à cet effet chaque gamme y est caractérisée par le nombre qu'on obtient en faisant disparaître les facteurs 2 du nombre correspondant à la tonique : c'est ainsi que la gamme de Jordaens, ayant 144 pour tonique, est caractérisée par le nombre 9.

Ce petit travail matériel fait, il ne reste plus qu'à colorier chaque colonne du ton répondant au nombre qu'indique la bande gommée : rien que cela ! Sur son enveloppe (ou son *casier* comme il l'appelle), M. l'abbé de Lescluze explique que le prix de l'ouvrage eût été trop élevé s'il avait voulu donner ne fût-ce qu'une gamme coloriée. Page 150 du volume, il indique d'ailleurs deux raisons pour ne pas donner une collection de tablatures coloriées.

" D'abord, dit-il, il est des artistes qui préfèrent colorier seize colonnes seulement, en laissant au jugé le soin de déterminer la couleur intermédiaire. Ensuite la tablature-gamme ne sera jamais qu'un aide-mémoire. L'œil n'est pas fait pour voir tant de couleurs à la fois ni pour les voir placées dans l'ordre du spectre... La tablature-gamme ne peut servir à autre chose qu'à un rappel ou à un enregistrement des couleurs que l'artiste ne peut connaître que pour les avoir vues ailleurs et maniées dans leur pâte. Il est donc de l'intérêt de l'artiste de colorier lui-même la tablature-palette de son choix. „

Nonobstant l'aveu que la suppression du modèle colorié est due à une raison d'économie, nous croyons qu'il est très à désirer que chacun suive le conseil d'une précédente édition, qui débutait en déclarant que c'était le pinceau à la main qu'on devait lire cet ouvrage. Pour un profane comme nous, il y aura toujours une extrême difficulté à identifier les couleurs d'un tableau d'après une gamme. M. l'abbé de Lescluze a bien voulu nous remettre les tablatures coloriées de toutes les gammes employées par les peintres, et cependant nous devons avouer éprouver de sérieuses difficultés à analyser les tableaux. Il va de soi que ces difficultés sont extrêmes pour les teintes neutres, car les plus experts les distinguent malaisément comme il est fort bien expliqué par notre auteur (p. 134) : mais même les tons vifs nous causent des embarras. Les bleus surtout nous déconcertent : il semble toujours qu'ils n'appartiennent à aucune des gammes. Ce fait doit tenir en partie à la rapide variabilité des bleus que nous avons déjà signalée ; toutefois, étant donné qu'on est dans une gamme déterminée, cette variabilité même facilite l'attribution d'un nombre, mais sans reconnaissance véritable : d'autres que nous éprouvent cette impression.

Quoi qu'il en soit, nous avons étudié particulièrement un tableau de Poussin qui se trouve au Louvre et qui, comme les *Épreuves de Job* de Bernard van Orley, nous donne une impression d'absence de perspective, qui persiste à quelque distance

que nous nous placions du tableau. Nous voulons parler de l'*Enlèvement des Sabines*. La composition étant confuse au point de vue du dessin, on peut se demander si l'absence de relief n'est pas exclusivement due au dessin. Pour résoudre cette question préliminaire, nous avons comparé le tableau à une photographie ; assurément celle-ci donne aussi une impression de confusion, mais nous croyons pouvoir assurer qu'elle est moindre qu'en présence du tableau. Or l'inverse devrait se produire si le coloris était simplement indifférent à la perspective. Non seulement, en effet, la photographie altère la valeur des couleurs, mais elle ne permet pas de très bien apprécier dans quelle mesure la valeur d'un ton est la valeur propre de celui de l'objet représenté et dans quelle mesure elle est influencée par le degré d'éclairage.

Quoi qu'il en soit, voici, sous toutes réserves, le résultat de l'analyse que nous avons faite. La gamme employée est celle de Jordaens. On est tout d'abord frappé de l'éparpillement des divers tons sur tons les plans. Ainsi le bleu (12e) se trouve sur les robes des trois Sabines du premier plan, sur la casaque du cavalier de droite au second plan, sur le manteau d'un Romain de l'arrière-plan et enfin tout au fond, sous le péristyle, sur la toge du personnage de droite.

Le jaune (9e), qui apparaît, au premier plan, et sur le Sabin qui fuit et sur la robe de la vieille Sabine qui veut protéger la jeune fille étendue devant elle et sur ses genoux, se retrouve sur la Sabine du second plan, sur l'étoffe drapant le balcon de l'arrière-plan, où se montrent deux femmes, et enfin sur un personnage du péristyle. Nous pourrions multiplier ces exemples ; mais il est plus intéressant de noter les *van-orleyismes*. Nous trouvons deux premiers relatifs bien caractérisés, ceux de 12e et de 14e, avec les tons : $\frac{15|9}{12|21}$ et $\frac{35|21}{14|}$. Or ces relatifs, non seulement donnent lieu à une conjonction (21), mais engendrent dans une certaine mesure l'accord de tonique et le relatif de 10e : $\frac{|12^{9}}{|14}$ $\frac{|15}{|35}$. Bien que notre analyse soit restée incomplète, voilà bien des éléments de confusion.

Au sujet des transpositions, très intéressantes, qu'a faites M. l'abbé de Lescluze, nous devons avouer qu'un point, facile à prévoir, nous déconcerte un peu : c'est la conséquence de la multiplicité des tons rouges et oranges et le petit nombre des tons bleus. Ainsi, dans la *Vierge au perroquet* de Rubens, la

robe de la Vierge est du ton 10 (ou 20) et la draperie dont s'enveloppe saint Joseph est du ton 23. Or ces notes, modérément différentes dans les gammes de Rubens et surtout de Rembrandt, où elles ne sortent pas des tons allant du rouge au jaune orange, correspondent à vert et violet dans la gamme espagnole, jaune légèrement verdâtre et vert bleuâtre dans la gamme de Jordaens, vert bleuâtre et violet rougeâtre dans la gamme italienne. Il y a là des oppositions différant singulièrement du rapprochement rouge-orange. Et cependant on doit reconnaître que, dans l'ensemble, ces transpositions exercent une séduction en faveur de la théorie (1).

M. l'abbé de Lescluze sent très bien que cette théorie aurait besoin d'être complétée par une foule de détails ; il en signale quelques-uns, mais sans en donner une justification théorique, par exemple quand il traite des cas où il convient de donner la préférence à la couleur neutre sur la couleur saturée (p. 143). C'est du reste quand il s'écarte de l'enseignement proprement dit de sa doctrine que M. l'abbé de Lescluze devient un causeur charmant. Beaucoup refusent de l'étudier (et c'est malheureusement le cas assez général des artistes), parce qu'ils se figurent qu'on veut mettre le génie en formules et apprendre à peindre des chefs-d'œuvre. La Fédération artistique de Bruxelles du 26 février 1905 contient à ce sujet une lettre bien caractéristique : " On ne fabrique pas d'une pièce un artiste peintre coloriste comme on fabrique d'une pièce un marchand de pommes de terre frites et de moules. „ Voilà ce que M. Jules du Jardin trouve à objecter à M. l'abbé de Lescluze, comme si l'enseignement de l'harmonie avait pour objet de fabriquer de toute pièce un Beethoven ou un Wagner. Du reste, si ces étonnants contradicteurs daignaient lire un peu le livre qu'ils repoussent *à priori*, ils y trouveraient des phrases comme celles-ci : " Le sens de l'harmonie, cet amour de couleurs caressées, je ne puis pas vous les donner ; il faut que vous les portiez en vous-même et que vous le développiez dans les limites qui vous sont possibles. Quand alors votre esprit sera en pleine sève et luxuriant de santé, mon livre pourra vous devenir de quelque utilité en généralisant les observations que vous aurez faites dans le détail, en vous permettant de donner un nom et un corps à des phénomènes déjà remarqués. — De sorte que mon livre présentera son maximum d'intérêt tout juste

(1) Les transpositions espagnole et italienne sont particulièrement séduisantes.

au moment où vous serez assez avancé pour vous apercevoir qu'au fond il ne contient pour vous rien de neuf. — Que s'il vous profite, c'est qu'il vous portera à des exercices que vous ne feriez pas sans lui et qui occuperont votre imagination d'images charmantes et suggestives. Vous y trouverez l'indication des fleurs à aimer de préférence, des plumages d'oiseaux à choisir, et les copies de maîtres appendues dans votre atelier seront transposées dans votre gamme d'élection. „

Après cette page aimable et charmante, nous ne saurions rien ajouter.

G. Lechalas.

VII

Les Influences ancestrales, par Félix Le Dantec, chargé de cours à la Sorbonne. Un vol. in-8° de VI-306 pages. — Paris, Flammarion *(Bibliothèque de Philosophie scientifique)*.

Nous nous bornons à signaler ce livre : il n'ajoute guère que quelque trois cents pages à l'œuvre déjà considérable de M. Le Dantec.

Qu'on nous permette un naïf aveu. Quand pour la première fois nous parcourûmes des articles de M. Le Dantec, ils ne laissèrent pas de nous plaire par une certaine ingéniosité de pensée et d'assez fréquents " bonheurs d'expression „. Nous partagions d'ailleurs en ce temps cette révérence un peu timide de beaucoup de philosophes pour toute production signée par un " homme de science „. Depuis, initié nous-même d'un peu plus près aux mystères de la grande idole, nous sentîmes notre dévotion se refroidir un tantinet et notre révérence se porter à meilleure adresse. Pour les savants consciencieux qui augmentent, fait par fait, au prix d'un patient labeur, le patrimoine des sciences naturelles, notre estime a crû à mesure que nous nous sommes mieux rendu compte de ce que représente d'efforts et de méthode une conclusion expérimentale bien appuyée. Pour les esprits synthétiques, qui au travail du laboratoire joignent les vues larges et fécondes, qui par là savent grouper et aiguiller dans des directions nouvelles les recherches — autrement éparses — des spécialistes trop spécialisés, pour ceux-là aussi notre admiration est restée entière ; mais remarquons bien que eux déjà sortent

des limites de la science expérimentale et n'ont aucun droit d'*imposer* au nom de celle-ci leurs conceptions et leurs hypothèses. Mais que dire de ces écrivains qui — consciemment ou non — abusent d'une situation scientifique, que leur ont faite leurs travaux ou les circonstances, pour suggestionner les badauds et les incompétents par des affirmations assurées, pour les éblouir en revêtant subrepticement telles ou telles opinions philosophiques du prestige des acquisitions positives de la science ? A quelque parti qu'ils appartiennent, ces vulgarisateurs scientifiques ne méritent aucunement la crainte révérencieuse que leur vouent parfois les purs philosophes : parce qu'ils dépassent les conclusions rigoureuses de la méthode expérimentale, ils deviennent justiciables d'autres méthodes, et sur ce terrain nouveau leur autorité de savant — quand elle existe — s'efface presque toute ; parce qu'ils se sont fait illusion et qu'ils ont fait illusion en identifiant à la science expérimentale le jeu — légitime ou non — de leurs conceptions personnelles, ils deviennent suspects, non pas toujours dans leur loyauté, mais dans le calme, l'impartialité et la pénétration de leur jugement ; chez eux le savant, en s'aveuglant sur les bornes de sa compétence, a compromis du même coup par certains côtés le logicien et le métaphysicien.

Revenons à M. Le Dantec. Il n'a rien perdu de son ingéniosité ni de sa prestesse de plume ; mais son dernier livre continue et accentue un criant paradoxe, qui pourrait bien faire après tout la plus étroite unité de ses œuvres. Il s'est efforcé, déclare-t-il avec insistance dès la première page, “ de se soumettre sans réserves aux règles salutaires de la méthode scientifique „. Plût au Ciel !... Nous ne doutons pas de la sincérité des efforts de l'auteur ; mais que peut-il bien appeler “ méthode scientifique „ ? N'est-il pas lui-même victime de la “ magie des mots „ ? Autant que M. Le Dantec, ses lecteurs estimeront sans doute que le langage scientifique doit être “ clair et net „, et ils seraient enchantés d'être fixés sur la valeur d'une expression qui caractérise l'attitude de l'œuvre entière. Car aussi bien, s'il fallait en juger par l'exposé des *Influences ancestrales,* la “ méthode scientifique „ consisterait dans un ensemble plus ou moins coordonné d'exercices dialectiques à propos de quelques propositions choisies, admises sans réserve au nom de la “ Science „, c'est-à-dire sur la foi d'un certain nombre de savants “ guéris de la métaphysique héréditaire „.

Hélas ! M. Le Dantec, qui, “ à un âge où l'on est encore

curable „, se félicite d'avoir lui-même été " guéri de la métaphysique héréditaire „, ne s'aperçoit pas qu'il n'est guéri que de la métaphysique spiritualiste et que le vieux ferment métaphysique le travaille plus que tout autre. En effet — nous ne sommes pas les premiers à le faire observer — réserve faite de l'agnosticisme méthodique, la négation de la vérité métaphysique aussi bien que l'affirmation du monisme matérialiste sont des actes préjugeant l'absolu, portant par conséquent la " tare „ métaphysique.

Bref, M. Le Dantec prétend ne pas quitter le terrain de l'expérience : or, la base de ses déductions ne repose qu'exceptionnellement sur l'expérience. M. Le Dantec professe une phobie métaphysique intense : or, M. Le Dantec, à notre avis, fait de la métaphysique un abus regrettable. Nous interdira-t-on de trouver qu'il pousse le paradoxe un peu loin ?...

Et ce qui, chez lui, rend ce paradoxe presque provoquant, c'est une aptitude effrayante à simplifier les problèmes les plus complexes : deux mots abstraits, une formule heureuse et simpliste, tout semble tiré au clair... Car M. Le Dantec dédaigne les " profondeurs „ et se plaît, comme il dit, à " appeler un chat un chat „. Hélas ! la " méthode scientifique „...

Pourtant ne soyons pas injuste. L'ouvrage dont nous parlons se recommande par une bonne et méritoire qualité, par une franchise qui de ci de là confine à la candeur. L'auteur en eut-il conscience quand il écrivit — page VI — que " beaucoup, même parmi les libres-penseurs, „ trouveraient son livre " trop librement pensé „. C'est que M. Le Dantec est un terrible raisonneur. Très peu, trop peu difficile, selon nous, dans le choix du point de départ, une fois lancé il va de l'avant, sourd aux " préjugés „ courants — religieux, sociaux, moraux, artistiques ou autres — et ne s'arrête qu'à bout de déductions. Il y a quelque chose d'implacable dans l'acheminement de ses phrases souvent goguenardes et persifleuses, puis tout à côté sèches et abstraites : elles mènent la débâcle de la délicatesse et du sentiment devant la raison raisonneuse. Qu'il sera donc aimable le jeune homme de l'avenir, entrant dans la vie débarrassé de tous les respects " ataviques „ et sans " trace „ aucune " des croyances ancestrales „ ! " Arrivera-t-il un jour — se demande M. Le Dantec — où l'on vivra d'une manière exclusivement scientifique ? Je ne crois pas que l'évolutionniste le plus hardi ose le prévoir „. Et c'est heureux...

N'importe, si le radicalisme de la pensée et la franchise de l'expression valent mieux que l'insinuation méchamment sour-

noise, ils peuvent avoir aussi leur côté déplaisant. Que l'on combatte des sentiments, des croyances ou des manières de voir qui sont la consolation et peut-être le trésor le plus cher de milliers de gens honorables, soit : on discutera et l'on précisera les positions; mais qu'on traite ces sentiments ou ces croyances avec une désinvolture railleuse, que l'on apporte dans l'appréciation des plus graves problèmes de la religion, de la métaphysique et de la morale je ne sais quelle gouaillerie boulevardière, c'est de mauvais goût cela, et puis c'est profondément froissant pour qui n'a pas encore dépouillé cette défroque " ancestrale " du *respect*. La notion du *respect* semble absente des livres de M. Le Dantec.

Peut-être nous reprochera-t-on d'avoir substitué un procès de tendance à une analyse scientifique des *Influences ancestrales*. Notre défense est bien simple : ce livre ne comporte pas d'analyse scientifique ; la part des faits y est trop mince et ne dépasse pas la portée d'une moyenne vulgarisation ; l'originalité du volume réside tout entière dans la partie spéculative : celle-ci renferme un certain nombre d'aperçus curieux, mais est surtout remarquable par une méthode et des tendances dont nous croyons avoir dit tout le bien que nous pensons.

H. L.

VIII

Recherches anthropologiques en Égypte, par Ernest Chantre. In-folio de xviii-318 pages et 159 figures. — Lyon, A. Roy et Cie, 1904.

On a beaucoup écrit sur l'Égypte, et l'anthropologie de ce peuple a bénéficié, dans une large mesure, de la popularité si étendue dont a joui la littérature égyptologique.

Néanmoins, M. Chantre a pensé — et bien d'autres partagent cette conviction — que l'ethnographie de l'Égypte était encore à faire et que le moment était venu de réduire en synthèse les nombreux éléments épars de tous côtés pour l'exacte fixation du peuple égyptien dans l'arbre généalogique des races humaines.

Du reste, l'auteur était mieux que personne préparé à cette tâche et qualifié pour l'entreprendre. M. Chantre n'est pas l'an-

thropologiste ou l'ethnographe de cabinet qui se contente, après avoir pesé les diverses théories au poids du bon sens, d'une logique serrée doublée parfois d'une certaine érudition livresque, de bâtir une théorie personnelle, le plus souvent cote mal taillée entre des systèmes très divers. Voici près de vingt-cinq ans que M. Chantre explore l'Égypte et qu'il y a entrepris des recherches anthropologiques, sans parler des études faites dans les collections de momies et de crânes formées en Europe. Pour les anciens Égyptiens, l'auteur a disséqué et mesuré plus de cent cinquante momies, « contemporaines de presque toutes les dynasties, depuis les plus primitives jusqu'à celles qui ont vu décliner et s'écrouler la puissance des Pharaons ». En ce qui concerne l'Égypte actuelle, M. Chantre a mesuré et photographié 858 sujets vivants adultes.

On le voit, M. Chantre parle en connaissance de cause, et les éléments ne lui ont point manqué pour ses études qui, basées sur de nombreuses données, peuvent inspirer toute confiance.

Le magnifique ouvrage de M. Chantre est divisé très naturellement en deux parties : la première s'occupe des populations anciennes ; la seconde, des populations actuelles.

Pour les populations anciennes, l'auteur remonte jusqu'aux temps préhistoriques. Pour la période historique, après un aperçu général sur les usages funéraires, la religion, et les connaissances ethnologiques des anciens Égyptiens, M. Chantre, conformément à la division proposée par M. Maspero, étudie successivement les peuples égyptiens à la période memphite, à la période thébaine, à la période saïte et puis aux époques grecque, romaine, byzantine et médiévale.

C'est à l'un des collaborateurs de cette Revue, aujourd'hui malheureusement défunt, à M. Adrien Arcelin, que M. Chantre attribue l'honneur d'avoir posé pour la première fois, en 1869, la question d'un âge de pierre dans la vallée du Nil. Aujourd'hui, l'existence d'une civilisation préhistorique, identique à celle des régions européennes, a été constatée sur toute la surface de l'Égypte, et les découvertes se rapportent, comme dans nos contrées, à l'époque paléolithique et à l'époque néolithique. Toutefois, en ce qui concerne l'âge paléolithique, on ne sait rien sur le caractère ethnique de la population. La civilisation néolithique a laissé des traces nombreuses : cependant, et ce point est à noter, à l'encontre d'autres régions, les stations néolithiques pures sont rares en Égypte. En effet, la plupart des nécropoles célèbres comme Negadah et Abydos renferment, à côté

d'un mobilier funéraire purement néolithique, des objets nombreux d'origine beaucoup plus récente. D'ailleurs, la chronologie de l'âge préhistorique diffère très fort en Égypte et en Europe, par exemple. L'art de tailler la pierre et l'usage du silex ont persisté fort longtemps dans la vallée du Nil, ce pendant que les métaux, cuivre, bronze et fer, y arrivaient de bonne heure. M. Chantre est très réservé aussi sur le caractère des peuples néolithiques de l'Égypte. Le bronze semble provenir de la basse Chaldée, et au fer on attribue une origine africaine.

La période memphite montre l'entrée en scène de la civilisation égyptienne proprement dite dans un milieu encore rempli des usages néolithiques. A quelle race est due cette civilisation? Diverses opinions ont été produites à cet égard, étayées sur des arguments empruntés à des sources d'information très différentes. M. Chantre se cantonne dans les considérations qui relèvent de sa compétence spéciale, et pour lui la crâniologie confirme la théorie de MM. Zaborowski et Verneau, d'après lesquels les premiers Égyptiens sont bien véritablement africains. " La théorie de M. de Morgan sur l'origine asiatique des Égyptiens semble réduite à néant, soit que les critiques de ses raisons portent sur la linguistique, sur l'écriture, les arts, les briques et les cylindres, les mesures, les animaux, les végétaux et les sépultures. Ces arguments, formulés en effet par MM. de Mortillet, Zaborowski, de Bissing et d'autres paraissent de nature à entraîner notre conviction du côté de l'origine africaine de la civilisation égyptienne. „

Toutefois, il s'en faut que la population de l'Égypte, à l'époque memphite, soit homogène. Dès cette période, deux types principaux au moins, peut-être trois ou quatre, vivaient côte à côte dans la vallée du Nil. Du reste, les Égyptiens eux-mêmes, déjà à la XVIIIe dynastie, avaient représenté, avec une vérité remarquable, les caractères propres à chacun de ces types. M. Chantre se demande, avec beaucoup de sincérité, si l'on parviendra jamais à retrouver par la méthode scientifique, " parmi leurs dépouilles, les divers types que les peuples d'Égypte ont pu présenter, et cela avec la même précision que l'ont fait les vieux Égyptiens, grâce à leur merveilleux génie artistique „.

A l'époque thébaine, l'unité ethnique des Égyptiens ne se refait pas. On constate, au contraire, d'une part, une infiltration d'Éthiopiens ou de Nubiens, et, de l'autre, un mélange de Sémites. Ainsi les Ramsès sont de sang sémitique et les Hébreux captifs en Égypte y contractèrent des alliances. Les momies de l'hypo-

gée de Deir-el-Medineh, vraisemblablement nubiennes, offrent la plupart des caractères des Barabras actuels.

Durant la période saïte, les influences du Nord s'accentuent. Tinites et Libyens d'Afrique, Juifs, Syriens, Assyriens et Perses d'Asie font sentir leur influence. Aux époques suivantes, les Grecs et les Romains viennent encore modifier la physionomie anthropologique du peuple égyptien. M. Chantre fait même, à ce propos, une petite excursion hors de son domaine propre, et elle n'est pas heureuse. Il a cru devoir emboîter le pas à certains égyptologues pour dénoncer l' "effroyable immoralité des moines coptes „. M. Chantre probablement n'a entendu qu'une cloche sur cette question, et il a fait siennes, sans les contrôler, des assertions très peu démontrées dont M. Amélineau surtout s'est fait le porte-voix un peu trop bruyant.

On a essayé de tracer le portrait moyen de la population de la vallée du Nil, au temps des Pharaons. Deux types doivent être distingués, l'un plus fin, l'autre plus grossier. Le premier était grand et élancé ; il avait les épaules larges, les pectoraux saillants, les bras nerveux, les mains fines et longues. La tête est relativement courte, le visage est ovale, le front légèrement fuyant, le nez fort, droit ou légèrement aquilin. La peau blanche à la naissance brunit plus ou moins rapidement suivant la région. Les cheveux tendaient à onduler, la barbe était clairsemée.

Le second type, plus vulgaire, était trapu et lourd. Proportionnellement au bassin, la poitrine et les épaules sont plus larges ; au contraire, le bassin était étroit et les jambes grêles. La tête est allongée, la bouche un peu prognathe, le nez droit avec des narines largement ouvertes. En un mot, les traits de ce types sont grossiers et comme taillés à grands coups d'ébauchoir.

Telle est, résumée à grands traits, l'étude fort approfondie de M. Chantre sur les populations anciennes de l'Égypte. Elle n'a pas tranché le problème, toujours agité, de l'origine des premiers habitants de la vallée du Nil. Au contraire, on aura remarqué la prudente réserve dans laquelle l'auteur se renferme à cet égard.

La deuxième partie de l'ouvrage de M. Chantre est consacrée aux populations actuelles de l'Égypte. Ce pays se distingue aujourd'hui par un cosmopolitisme très étendu ; le dernier recensement de 1897 a relevé sur une population de 9 734 405 habitants la présence de 112 574 étrangers. Il y a lieu encore de

défalquer 40 126 Ottomans. Restent alors 8 980 278 Égyptiens proprement dits et 601 427 Bédouins.

M. Chantre distingue parmi ces peuples quatre groupes : 1° Les Égyptiens, comprenant les Coptes et les Fellahs ; 2° les Arabes-Bédouins ; 3° les Bedjah, et 4° les Soudanais nilotiques.

Les Coptes et les Fellahs sont les successeurs ethniques des anciens Égyptiens. Aussi les appelle-t-on parfois " peuple de Faroum ", c'est-à-dire peuple de Pharaon, et le nom même de *Copte*, *Cophte*, *Koubt*, semble n'être qu'une corruption de l'ancien nom de Memphis, *Haïkouphteh*, demeure du double de Phtah, dont les Grecs avaient fait Αἰγυπτός.

Les Coptes comptent, en Égypte, pour un sur seize ; ils se rencontrent surtout dans la Haute-Égypte, leur centre de densité se trouve à Louqsor, Esneh, Girgeh et surtout à Akhmin et à Siout ; leur capitale paraît être El Medinet-Fayoum.

La langue ne vit plus que dans la liturgie ; à peine quelques prêtres s'en servent-ils encore ou plutôt sont-ils en état de s'en servir. L'arabe est partout l'idiome usuel en Égypte.

On a souvent représenté, même au point de vue de la morphologie anthropométrique, le Copte comme reproduisant le type de l'ancien Égyptien, tel que nous le voyons sur les monuments de l'antiquité. M. Chantre ne partage pas absolument cet avis. Le résultat des mensurations auxquelles il s'est livré sur cent cinquante Coptes est que d'abord les Coptes présentent de grands rapports avec les Fellahs dont nous avons parlé, et ensuite que les Coptes, comme les Fellahs, se rapprochent, à divers points de vue, de la plupart des Arabes, venus dans la vallée du Nil à diverses époques, mais surtout des Barabras de la Nubie, ainsi que des Berbères de la Tunisie et de la Tripolitaine.

Les Fellahs, c'est-à-dire " les paysans " (de l'arabe *falah*, labourer), représentent la partie la plus considérable de la population de l'Égypte. Ils sont établis presque exclusivement sur le territoire atteint par l'inondation du Nil. Tandis que les Coptes sont des chrétiens monophysites, les Fellahs sont musulmans, mais peu pratiquants, quoique fort superstitieux. Si les Coptes, en général plus lettrés, s'adonnent aux professions libérales et surtout au commerce, les Fellahs sont exclusivement occupés à l'agriculture, mais dans les procédés d'exploitation, ils ont gardé toute la tradition des siècles passés ; à cet égard, l'étude de leur civilisation éclaire d'un jour très vif celle des coutumes de l'ancienne Égypte.

M. Chantre a opéré des recherches anthropométriques sur cent trente-huit Fellahs. Comme nous l'avons déjà dit, elles ont montré les plus grandes affinités morphologiques entre les Fellahs et les Coptes. Ainsi la taille est de $1^{m},66$ chez les Coptes et de $1^{m},63$ chez les Fellahs ; ceux-ci ont une dolichocéphalie de 75,53 qui descend chez ceux-là à 75,40. Il est intéressant de noter que ces chiffres diffèrent à peine de l'indice céphalique moyen qui est de 75,25 chez les vieux Égyptiens.

On sait que les Arabes, envahisseurs et conquérants de l'Égypte en 640, conservèrent pendant six siècles la domination sur tout le pays égyptien. Il y a donc en Égypte un très grand nombre d'Arabes; quelques-uns sont sédentaires, d'autres ont gardé la vie pastorale et on leur a réservé le nom générique de Bédouins. Ces Bédouins sont divisés en de nombreuses tribus. M. Chantre cite les Ouled-Amaries et les Ouled-Haoueites du désert entre le Caire et Suez ; les Ouled-Ayardeh et les Ouled-Béli au nord-est du Caire, près de Mataryeh ; les Ouled-Terrabin au sud-est du Caire ; les Ouled-Aly et les Ouled-Goumat, campés à l'ouest d'Alexandrie ; les Ouled-Soulemian, les Ouled-Harabi, les Ouled-Fergan et les Ouled-Faoueb, au Fayoum.

M. Chantre n'a pu étudier que cent quatre-vingt-huit sujets, appartenant à huit tribus différentes, parmi les nombreux Arabes-Bédouins répandus en Égypte. Ces documents sont peut-être insuffisants pour autoriser des conclusions définitives. Quoi qu'il en soit, M. Chantre a constaté que les Arabes d'Égypte présentent une dolichocéphalie plus accentuée que celle de leurs voisins. Du reste, ils sont aussi peu homogènes dans ce pays que dans les autres contrées où on les a rencontrés, en dehors de l'Arabie ; toutefois, c'est avec les tribus limitrophes de l'ouest qu'ils offrent les plus grandes affinités. Il n'est pas douteux, d'autre part, que les Bédouins d'Égypte ne sont plus des Arabes purs ; le mélange avec des Coptes et des Fellahs a fait son œuvre. Au point de vue de l'indice céphalique, il y a grand rapprochement avec les Berbères de la région de Gabes et de la Kroumirie.

Sous la dénomination de Bedjah, on comprend un certain nombre de peuples, mi-partie Éthiopiens, mi-partie Nubiens, qui vivent entre la Mer Rouge, de Suez à Berbera et le Nil, puis de Keneh à la cinquième cataracte. Les Bedjah se divisent en trois grandes familles, les Ababdeh, les Bicharieh et les Barabras.

L'ensemble des observations de M. Chantre sur les Bedjah a porté sur trois cent quarante-six individus, deux cent soixante et un sujets vivants et quatre-vingt-cinq crânes. Aussi bien par

ses caractères morphologiques qu'ethnographiques, le groupe des Bedjah est peu homogène, moins encore que celui des Bédouins. Si par l'indice céphalique ils se rapprochent davantage des Berbères de Tunisie que des Égyptiens, d'autre part ils sont plus près de ces derniers par l'indice nasal et par les particularités de la face. Mais, c'est avec certaines populations de l'Afrique antérieure, notamment les Danakils, les Somalis et divers Berbères de la Tripolitaine, de la Tunisie et de l'Algérie, que les Bedjah offrent le plus de ressemblance.

Enfin, dès la plus haute antiquité, il y eut des nègres en Égypte, mais ils ne furent jamais nombreux, et M. Chantre ne pense pas que leur nombre total, depuis les premières razzias dont l'histoire fasse mention, dépassa douze millions. Les noirs que l'on rencontre aujourd'hui sur le territoire égyptien appartiennent à diverses tribus de Soudanais orientaux. A part leurs caractères négroïdes propres, tels que le prognathisme, la platyrhinie plus ou moins accentuée et leurs cheveux laineux, les nègres diffèrent moins qu'on pourrait le croire des Égyptiens et surtout des Bedjah. C'est évidemment la suite naturelle des métissages qui ont pu se produire et se produisent encore dans les parties nubiennes de la vallée du Nil.

Nous ne fermerons pas le volume de M. Chantre sans dire un mot de la riche et copieuse illustration dont il est orné. Celle-ci n'est point la banale répétition de gravures que l'on a déjà vues cent fois dans des ouvrages similaires, ce sont des documents très vivants et absolument appropriés.

Si le livre de M. Chantre ne dit pas encore le dernier mot de toutes les énigmes que pose l'ethnogénie égyptienne, par sa méthode rigoureuse et les résultats déjà acquis, il a sûrement fait faire un grand pas vers une solution définitive, autant qu'elle peut l'être jamais, d'obscurs problèmes.

J. G.

IX

Le Mobilier funéraire Gallo-Romain et Franc en Picardie et en Artois, par Cl. Boulanger. Un vol. in-fol. de xciii-202 pages, avec 50 planches en chromo-lithographie et 300 gravures. — Paris, Charles Foulard et Ernest Leroux, 1902-1905.

Les visiteurs du Petit Palais, à l'Exposition universelle de Paris, en 1900, n'ont pas oublié la grande vitrine où s'étalait la superbe collection d'antiquités de la Picardie et de l'Artois recueillie par M. C. Boulanger.

Cette exhibition, d'une importance capitale pour l'archéologie, attira à ce point l'attention que plusieurs savants, parmi lesquels M. Salomon Reinach, pressèrent l'heureux collectionneur de perpétuer le souvenir de son exposition par une publication digne d'elle, et d'offrir à tous les curieux du passé comme documents et matériaux d'étude, les objets qu'il avait réunis à grand'peine.

Après cinq ans, ce vœu vient d'être réalisé et la collection de M. Boulanger est maintenant présentée au public dans un superbe ouvrage qui la rend accessible à tous et en fait un précieux instrument de travail.

Voici comment l'auteur a conçu cette œuvre. Il l'a divisée en trois parties principales. La première reproduit, en vingt planches, les antiquités de l'époque gallo-romaine ; seize autres planches sont consacrées aux objets de l'époque franque et, pour la période carolingienne, il y a encore quatorze planches. Chaque planche est accompagnée d'un texte explicatif, qui est fréquemment encore orné de gravures.

En outre, l'auteur nous donne dans une introduction très étendue, un aperçu complet sur l'histoire et le développement de l'art en Gaule aux premiers siècles de notre ère. Nous reviendrons sur cette étude.

Les planches, que M. J. Pilloy a fait exécuter par un procédé spécial, reproduisent, à peu d'exceptions près, la grandeur des objets originaux, avec leurs formes et leurs couleurs. L'explication ajoutée par M. Boulanger est sobre, mais rigoureusement exacte : elle vise à décrire les choses d'une façon objective. Toutefois, l'auteur ne s'interdit pas les comparaisons, toujours suggestives, avec des trouvailles similaires. Les procédés de fabrication sont soigneusement indiqués ainsi que la destination, ou certaine ou probable, des divers objets. Parfois aussi, M. Boulanger cherche à établir l'origine et la provenance de certains ornements. En un mot, le texte qui accompagne la reproduction des documents offre, autant que celle-ci rend absolument la réalité, un commentaire complet et adéquat à tous les genres d'études que l'on peut se proposer sur ces monuments.

Dans la longue introduction placée en tête de son livre, M. Boulanger signale les conclusions les plus importantes qui

ressortent des trouvailles archéologiques qu'il lui a été donné de faire dans la Picardie et l'Artois.

Cette région, dit M. Salomon Reinach, dans la préface qu'il a écrite pour le livre que nous analysons ici, " se prête tout particulièrement à l'étude des phases de transition entre l'art gallo-romain et l'art des envahisseurs du ve siècle ".

Or si l'histoire rappelle le souvenir des invasions brutales et rapides, l'archéologie constate que, par là même, il n'y a point eu substitution d'une civilisation à une autre, mais les infiltrations germaniques dans le monde romain ont été lentes et continues.

Le mobilier funéraire, parce que la terre l'a gardé, est le meilleur témoin des antiques civilisations. M. Boulanger signale successivement les usages funéraires des Romains, des Gallo-Romains, des Germains et des Francs. Il s'étend plus longuement sur ces derniers, décrivant d'abord l'emplacement habituel de leurs tombes, puis fournissant d'excellents principes de critique pour reconnaître des sépultures superposées ou, ce qui est plus ardu, des sépultures absolument mélangées soit par des spoliateurs, soit par des inhumations successives.

Les restes que l'on retire des nécropoles sont surtout des armes et des bijoux. On sait aujourd'hui d'une façon certaine d'où provient l'art qui a présidé à la confection de ces objets. Cet art a pris naissance, au IIe siècle, chez les Goths, alors venus du nord dans la Chersonèse Taurique. Il est caractérisé notamment par des fibules à rayons contenant de profondes ciselures qui en augmentent l'éclat, le placage des bijoux par des grenats, des gemmes et des verres de couleur taillés en tables et incrustés dans des alvéoles comme dans une trame métallique, par l'emploi de représentations zoomorphiques et surtout ornithomorphes, de cabochons, de filigranes, par des torsades, des ornements géométriques appliqués aux surfaces lisses, des granules d'or et encore par le pendant polyédrique des boucles d'oreilles.

Cet art, né chez les Goths et que l'on a appelé mérovingien, germanique, burgonde et barbare, est aujourd'hui définitivement qualifié d'art gothique, grâce aux études de MM. de Lasteyrie, Hampel, Salomon Reinach, baron de Baye et Boulanger lui-même. Il s'ensuit que l'orfèvrerie franque ne doit rien à Byzance, comme on l'a pensé autrefois, et, suivant l'heureuse expression de M. Salomon Reinach, l'orfèvrerie byzantine ne peut être la mère, mais plutôt la sœur de l'orfèvrerie mérovingienne. Ce n'est

ni par Rome, ni par Byzance que les Francs ont connu le cabochon, le filigrane et les granules d'or : ils les empruntèrent directement aux Goths.

Toutefois, l'art gothique, tout en restant original et relativement homogène, subit l'influence du milieu où il a pénétré. M. Boulanger fournit de nombreux exemples à l'appui de cette assertion, en examinant les abondants produits de leur industrie que les Goths ont laissés sur toute l'étendue de l'immense domaine qu'ils occupèrent jadis. Cette enquête, l'auteur ne la limite point à l'époque de l'arrivée des Francs dans la Gaule, l'auteur la poursuit jusqu'à la fin du moyen âge.

Il est hautement intéressant de constater comment l'art gothique, né au début de notre ère dans la Russie méridionale, persista jusqu'au xve siècle, après avoir conservé, pendant plus de mille ans, son caractère original sur les bijoux des Goths, des Francs et sur les œuvres conservées dans les trésors des églises.

Dans la préface qu'il a écrite pour le magnifique ouvrage de M. Boulanger, M. Salomon Reinach précise nettement la portée qu'il est appelé à avoir. « Il ne rendra pas service, dit-il, qu'aux historiens et aux savants de cabinet... le beau recueil de M. Boulanger ne tardera pas à produire un effet salutaire dans une contrée où les violateurs de tombes, chercheurs de bibelots et observateurs superficiels ont déjà malheureusement causé trop de dégâts. Ainsi l'auteur ajoutera cette satisfaction à bien d'autres, d'éveiller des vocations sérieuses et de diriger les adeptes de l'archéologie militante dans une voie vraiment scientifique. »

J. G.

REVUE

DES RECUEILS PÉRIODIQUES

SCIENCES MILITAIRES

Effets des armes à feu de petit calibre (1).— Les v. Löbell's Jahresberichte, l'estimée publication annuelle allemande, qui rend compte des changements et des progrès accomplis périodiquement en matière militaire, consacrent, cette année, quatre pages intéressantes aux effets des armes à feu de petit calibre.

On sait que depuis l'emploi de la poudre sans fumée il a été possible, tout en augmentant considérablement la vitesse initiale de la balle, de diminuer de beaucoup son calibre. Sans cette diminution, il aurait été impossible de faire porter par l'homme un nombre de cartouches suffisant pour que l'utilisation du fusil à répétition fût rationnelle. Actuellement les calibres varient entre 6,5 et 8 mm. La diminution du calibre a eu pour conséquence — ce dont on doit se féliciter au point de vue humanitaire — de rendre les blessures beaucoup moins meurtrières. En septembre 1903, le médecin militaire italien Imbriano le constatait déjà à propos du fusil de 6,5 mm. en usage dans l'armée italienne. La guerre russo-japonaise a fourni de nombreuses occasions de faire de semblables constatations.

Après la bataille de Wafankou (15 juin 1904), 150 soldats russes, blessés par les balles japonaises (fusil de 6,5 mm.) ont été dirigés sur l'hôpital de Tielin, où ils sont arrivés le 17 juin,

(1) v. Löbell's Jahresberichte über die Veranderungen und Fortschritte im Militärwesen, XXXI. Jahrgang, 1904 (pp. 360 et suivantes). — Berlin, Mittler und Sohn, 1905.

deux jours après la bataille, ayant effectué un trajet de 300 kilomètres en chemin de fer précédé d'une marche à pied de 20 à 30 kilomètres. Néanmoins, tous les blessés sont entrés à l'hôpital dans un état excellent. Parmi eux se trouvaient deux hommes dont la poitrine avait été traversée ; l'un, d'abord placé dans une voiture à deux roues, avait préféré en descendre et aller pédestrement jusqu'à la gare d'embarquement distante de 6 lieues. On a constaté le peu de gravité des blessures : les balles à cause de leur grande vitesse glissent sur les os et ne les entament, ni ne les brisent ; elles ne font dans la peau que des trous ayant le diamètre d'un pois. Si les blessures ne sont pas souillées, elles ne suppurent pas : le principal est donc de les maintenir propres, et rarement elles nécessitent une opération chirurgicale.

Les mêmes appréciations ont été émises par les médecins japonais qui ont soigné les blessés russes après la bataille du Yalou. Quarante jours après la bataille, la plupart étaient guéris malgré la gravité de plusieurs blessures. Un homme avait eu l'abdomen perforé, un autre, un poumon traversé et avait perdu de 3/4 à 1 litre de sang.

La transformation des Institutions militaires aux États-Unis d'Amérique (1). — Il y a une belle étude à écrire sur l'évolution des Institutions militaires aux États-Unis d'Amérique, à condition d'appeler à son aide les lumières de l'histoire et de la politique. D'abord sans armée permanente et sans milices organisées, estimant après la guerre contre l'Angleterre, en 1812, après celle du Mexique, en 1846, voire longtemps après la guerre de Sécession, en 1861, que l'entretien d'un puissant organisme militaire était préjudiciable à la prospérité nationale et à la liberté civile, l'Union, depuis la guerre contre l'Espagne, en 1898, est entrée résolument dans la voie du militarisme et en l'espace de cinq à six ans a augmenté et perfectionné davantage son armée et sa flotte qu'elle ne l'avait fait pendant plus d'un siècle. Le changement est radical et, à tout bien considérer, plus extraordinaire que tous ceux dont les États-Unis nous ont donné le spectacle dans ces dernières années. La raison : l'Union est sortie

(1) The Journal Military Service Institution. New-York. Janvier-février 1905 : *Land defense of Seacoast Fortifications*, by captain Edward H. Schulz ; *Vices of the american Soldier*, by major Robert L. Bullard. Mars-avril 1905 : *Experiences of our Army since War with Spain*, by captain Charles D. Rhodes.

de la contemplation de sa prospérité intérieure, son expansion économique a débordé ses frontières, elle a pris rang parmi les puissances mondiales et elle a senti le besoin de se couvrir d'une épaisse cuirasse et de s'armer d'une lourde épée pour rehausser le prestige et affirmer la vigueur de sa personne impériale. Ce nouvel aspect étonne les officiers eux-mêmes et l'un d'eux s'exprimait récemment comme suit : " Si on avait prédit, il y a dix ans, que l'armée aurait envahi et conquis un territoire appartenant à une nation européenne, aurait participé avec honneur à une expédition contre la capitale de la Chine, aurait débarqué en Orient à 8000 milles de sa base et subjugué une peuplade malaise, on aurait été traité d'insensé. „

Lorsque s'ouvrirent les hostilités contre l'Espagne, l'organisation des troupes régulières était celle du temps de Washington et de Jefferson; leur effectif n'était que de 28 000 hommes, et elles ne possédaient aucune réserve. Maintenues dans leurs garnisons, disloquées par unités intérieures, compagnies, escadrons et batteries, elles n'étaient nullement préparées et entraînées à la guerre. Quant à la garde nationale, propriété des États qui entendaient ne la prêter au gouvernement fédéral, en cas de danger public, qu'en pleine liberté et dont le concours, par cela même, était loin d'être certain, elle ne possédait ni fusils à répétition, ni canons se chargeant par la culasse, et certains de ses corps n'avaient qu'un semblant d'armement et de matériel. L'esprit de la Constitution voulait que l'armée couvrît la mobilisation de la milice à laquelle incombait la défense du territoire. Des volontaires à appeler et à former au moment de la guerre devaient fournir à l'armée, je ne dis pas l'appoint, mais le grossissement indispensable pour lui permettre d'affronter l'ennemi extérieur. Ce concept, qui demande que tout soit créé au jour même où tout devrait être créé depuis longtemps, condamné, d'ailleurs, par le patriotisme et la perspicacité de plusieurs hommes d'État, avait relégué les États-Unis, au point de vue militaire, au rang d'une nation de troisième ordre. La flotte, en 1898, sauva heureusement le prestige de l'Union. C'est en 1880, lorsque la constitution de la *Compagnie universelle du canal interocéanique* rouvrit la question du creusement d'une communication entre l'Atlantique et le Pacifique et fit craindre aux États-Unis l'ingérence de l'Europe dans leurs affaires et l'éventualité d'être entraînés eux-mêmes à s'occuper des affaires européennes, que l'on décida de reconstruire la flotte, tombée au-dessous de toute valeur. Quelques années après, on arrêta

aussi un vaste programme de fortifications côtières. Tout cela était conforme aux traditions constitutionnelles : l'on établissait une double barrière, les fortifications, partie fixe du système, la flotte, partie mobile de façon à assurer à l'Union l'isolement qu'elle avait toujours recherché pour prospérer et s'agrandir à l'abri des curieux et des jaloux. Cependant les défenses côtières furent complètement négligées : au début des hostilités avec l'Espagne, sur 2362 bouches à feu que comportait le programme, 151 seulement étaient en position.

La reconstruction de la flotte rencontra les plus grandes difficultés, dues, pour la plupart, à la décadence de la marine marchande, dont le tonnage des bâtiments au long cours a descendu, de 1861 à 1888, de 2 500 000 à 919 000 tonneaux. Il fallut tout organiser, arsenaux, chantiers et ateliers, et employer les plus persévérants efforts pour le recrutement et l'instruction des équipages. La métallurgie sortait enfin de ses langes et l'industrie privée fut à même en peu d'années de prêter son concours aux établissements de l'Etat et de fournir le matériel de guerre le plus perfectionné, canons, affûts, avant-trains, projectiles, plaques de blindage. La flotte américaine écrasa la flotte espagnole à Cavite et à Santiago : à Cavite elle pouvait tirer près de cent fois plus de projectiles de gros calibre que son ennemie.

Pendant la guerre avec l'Espagne, le Gouvernement fédéral eut à assumer une tâche écrasante. L'armée régulière fut portée à environ 60 000 hommes et plus de 200 000 volontaires furent enrôlés, armés et équipés ; plus de 30 000 hommes furent envoyés aux Philippines et près de 500 bouches à feu furent mises en batterie le long des côtes. L'extrême embarras dans lequel on se trouva, les mécomptes que l'on dut supporter, la perception nette du désastre dont on aurait pu être frappé si, au lieu de l'Espagne, on s'était heurté à quelque grande puissance ouvrirent les yeux sur l'insuffisance du système défensif et sur les défectuosités de l'organisation militaire et l'on se résolut à rompre définitivement avec les errements du passé. Dans cette résolution, le Gouvernement fédéral et le Congrès étaient, d'ailleurs, aidés par l'opinion publique qui ne pouvait méconnaître les services éminents rendus au pays par l'armée et par la flotte et qui était bien forcée d'admettre la nécessité d'un solide établissement militaire.

En 1899, ce fut d'abord une loi provisoire dont les effets devaient prendre fin le 1er juillet 1901 et à laquelle les antimilitaristes avaient consenti en raison de l'insurrection des Philip-

pines. L'armée régulière pouvait être portée à l'effectif de 65 000 hommes par autorité du Président ; celui-ci avait également licence de faire appel à 35 000 volontaires. La loi fut immédiatement appliquée et, avant l'échéance du 1er juillet 1901, le 2 février 1901, elle fut remplacée par une loi permanente autrement favorable à la défense nationale. Le Président fut investi du droit d'entretenir un effectif permanent variant de 58 924 à 96 766 hommes, non compris les officiers. L'écart considérable des deux chiffres se justifiait par l'accroissement graduel prévu pour l'artillerie et qui devait marcher de pair avec l'avancement des défenses côtières.

En 1901, on améliora aussi les conditions de recrutement en s'efforçant d'augmenter les qualités physiques et morales du soldat. On peut dire que, il y a quelque dix ans, le recrutement laissait encore beaucoup à désirer et, malgré que la proportion d'étrangers fût devenue moins considérable, les rangs s'alimentaient au moyen d'éléments peu recommandables et la déconsidération publique s'attachait à la profession de soldat. Tous les vices du volontariat intégral se remarquaient dans les troupes américaines et la désertion y était endémique. Elle l'est encore aujourd'hui et, bon an, mal an, elle enlève 10 p. c. aux effectifs. C'est que, aux États-Unis, quelles que soient les manifestations d'un patriotisme sincère, on considère avec légèreté dans toutes les classes de la société les obligations militaires ; la désertion n'est point un crime et la loi ne la frappe que d'une façon bénigne. Le progrès, en matière de recrutement, est ailleurs. Depuis 1901, les recrues doivent savoir lire et écrire, être de bonne santé et de bonne conduite, posséder la nationalité américaine ou s'engager à l'acquérir, avoir, au minimum, une taille de 1m.62. En 1902-1903, plus de 80 p. c. des candidats soldats ont été écartés et, sur les admis, 87,85 p. c. étaient nés en Amérique.

En 1903, la garde nationale a été réorganisée. Le Président a été autorisé à l'appeler sous les armes — prérogative jusqu'alors réservée aux États — en tout ou en partie, pour une durée n'excédant pas neuf mois en cas de guerre ou de troubles intérieurs. A la fin de 1908, la garde nationale devra posséder l'organisation, l'armement et la discipline de l'armée régulière, aux manœuvres de laquelle elle doit désormais participer. Elle est soumise à un contrôle permanent de la part du Gouvernement fédéral. La loi de 1903 constitue sur le pied de paix une réserve de 3000 volontaires possédant une instruction militaire préalable

et prévoit l'engagement anticipatif pour la durée d'une guerre de corps constitués de la milice. Ces différentes mesures, qui devraient encore être étendues et améliorées, réalisent un progrès considérable au point de vue de la préparation à la guerre.

On n'a pas fait moins pour la flotte et pour les fortifications que pour l'armée et la milice. Depuis la guerre avec l'Espagne, le nombre total des cuirassés et des croiseurs cuirassés a été doublé ; dans quelques années le nombre actuel sera presque triplé. L'ancien programme des défenses côtières a été revisé ; à la fin de l'année fiscale 1903-1904, 840 bouches à feu, soit 40 p. c. du nombre prévu, étaient en position. On projette de compléter les fortifications maritimes par des défenses terrestres ; on projette aussi de fortifier les Grands Lacs, la Rivière Saint-Laurent et les îles Porto-Rico, Hawaï et les Philippines.

L'extension de l'organisme militaire a entraîné des dépenses considérables ; pour les budgets réunis de la guerre et de la marine, sans compter les pensions, il est affecté aujourd'hui presque cinq fois plus qu'en 1880 et presque trois fois plus qu'avant la guerre avec l'Espagne. C'est 244 millions de dollars, 34 p. c. du budget fédéral, que l'Union consacre à ses soldats, à ses fortifications et à sa flotte ; elle connaît donc à son tour le prix de la paix armée, et l'insignifiance de ses dépenses militaires a cessé d'être un facteur, si souvent vanté, de sa supériorité économique sur les nations européennes. Encore faudrait-il savoir si ce facteur avait réellement la valeur qu'on lui attribuait.

B.

BOTANIQUE

Nouvelles recherches sur le rôle de l'acide cyanhydrique dans les plantes vertes. — Tel est le titre d'un travail que vient de publier M. M. Treub, le savant directeur du Jardin botanique de Buitenzorg dans les Annales bien connues de cet établissement. Il y a quelques années M. Treub étudia le *Pangium edule*, une des plantes qui contiennent le plus d'acide cyanhydrique ; il observa dans cette étude la localisation de cet acide dans le liber de la plante et démontra que les éléments

libériens constituaient le tissu conducteur de ce principe qui est formé dans les feuilles. il détermina les conditions dans lesquelles cet acide prend naissance ; il faut : 1° la présence d'hydrate de carbone, 2° la présence de substances inorganiques azotées. De très nombreuses expériences et observations. il arriva à admettre l'hypothèse que l'acide cyanhydrique constitue le premier produit reconnaissable de l'assimilation de l'azote et même probablement le premier composé organique azoté formé. Dans les nouvelles recherches qu'il vient de publier, M. Treub reprend cette hypothèse en étudiant ce qui se passe chez le *Phaseolus lunatus*, une légumineuse très répandue par la culture dans les régions tropicales et dans laquelle la présence de l'acide cyanhydrique avait été signalée par M. le docteur Van Romburgh. L'ensemble des recherches semble permettre à M. Treub de désigner les sucres et plus particulièrement le glucose comme point de départ de la production de l'acide cyanhydrique. La question de la cyanogénèse dans le règne végétal devient des plus importantes, non seulement au point de vue théorique mais encore au point de vue pratique. On sait, en effet, que c'est à la présence d'acide cyanhydrique que seraient dus certains empoisonnements occasionnés chez le bétail par l'ingestion de végétaux fourragers contenant à certains stades de leur développement cet acide qui est un poison violent.

La reproduction sexuelle des Mucorinées. — M. A. F. Blakeslee, du laboratoire de cryptogamie de Harvard University, a poursuivi depuis quelque temps des études sur le problème très obscur de la reproduction sexuelle des mucorinées. Il est arrivé à des résultats très curieux sur lesquels il y a lieu d'attirer l'attention, d'autant plus que le travail, très documenté, publié par l'auteur dans les PROCEEDINGS OF THE AMERICAN ACADEMY OF ARTS AND SCIENCE, vol. XL, n° 4, août 1904, semble avoir été peu remarqué chez nous.

D'après M. Blakeslee, la production des zygospores chez les mucorinées dépend avant tout de la nature de l'espèce et en second lieu seulement de facteurs extérieurs. Les mucorinées très nombreuses que l'auteur a pu étudier se divisent, d'après le mode de formation de ces spores, en deux groupes auxquels il a donné les noms de *homothallique* et *hétérothallique*. Parmi les mucorinées homothalliques, les moins nombreuses, les zygospores se forment aux dépens de rameaux d'un même thalle, elles

peuvent donc être obtenues d'une seule spore. Dans le groupe des mucorinées hétérothalliques, par contre, les zygospores ne se forment que par le contact de filaments appartenant à des thalles possédant des caractères différents, elles ne peuvent donc être obtenues du semis d'une seule spore. L'espèce hétérothalliqne est donc formée par deux mycéliums différents. De toutes ces recherches accompagnées de dessins et de photographies on doit conclure que la formation des zygospores est un processus sexuel, que les mucorinées homothalliques sont bisexuelles, tandis que les mucorinées hétérothalliques sont unisexuelles.

La structure des cellules des Cyanophycées. — L'étude cytologique des cyanophycées a été reprise fréquemment dans ces dernières années, et bien souvent les auteurs sont arrivés à des conclusions très différentes. Suivant les uns, la masse centrale qui se colore plus ou moins fortement par certains réactifs de la nucléine n'est pas un vrai noyau; elle ne subit pas une véritable caryocinèse et se divise indirectement; les autres y reconnaissent un noyau dans lequel se passent des phénomènes caryocinétiques très comparables, sinon tout à fait identiques à ceux des noyaux normaux. M. Orville P. Phillips vient de publier dans les *Contributions from the Botanical Laboratory of the University of Pennsylvania*, une étude sur ce sujet: elle est accompagnée de trois planches sur lesquelles l'auteur a figuré les phases de la division nucléaire chez quelques-unes de ces algues inférieures.

Les principales conclusions auxquelles est arrivé le botaniste américain peuvent être résumées comme suit : la masse centrale des cellules des cyanophycées est constituée par de la chromatine; elle est un véritable noyau cellulaire. La division de ce noyau se fait suivant deux manières : dans la première, la caryocinèse ne dépasse pas le stade de spirème et le noyau se divise par constriction ; dans la seconde, il se forme un fuseau rudimentaire avec chromosomes disposés le long des filaments.

Dans ces deux cas, c'est le noyau lui-même qui se divise, il n'est pas étranglé par le développement progressif de la cloison transversale.

Nous ne signalons pas d'autres points secondaires, le point capital étant d'après nous la démonstration d'une division caryocinétique chez les cyanophycées.

É. D. W.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE

—

Claude-Gaspar Bachet, sieur de Méziriac. — PROBLÈMES PLAISANTS ET DÉLECTABLES qui se font par les nombres. Quatrième édition, revue et simplifiée. Un vol. in-16 de VI 161 pages. — Paris, Gauthier-Villars, 1905.

Claude-Gaspar Bachet, sieur de Méziriac, a publié en 1612, et réimprimé en 1624, un volume, aujourd'hui rare, sous le titre de *Problèmes plaisants et délectables*. Ces problèmes se rattachent à l'Arithmétique, à l'Algèbre et à la Théorie des nombres, et présentent au lecteur, sous forme concrète, une série de difficultés arithmétiques.

C'est ce célèbre ouvrage que M. Labosne, professeur de Mathématiques fit réimprimer et dont il nous donne aujourd'hui une quatrième édition, simplifiée et enrichie de notes. Nul n'a mieux jugé ce recueil que Bachet lui-même : " Je ne crois pas, dit-il dans la préface des éditions originales, que ceux qui auront pénétré dans ce livre plus avant que l'écorce le jugent d'aussi peu de valeur que feront ceux-là qui n'en auront lu que le titre ; car encore que ce ne soient que des jeux, dont le but principal est de donner une honnête récréation et d'entretenir avec leur gentillesse une compagnie, si est-ce qu'il faut bien de la subtilité d'esprit pour les pratiquer parfaitement, et faut être plus que médiocrement expert en la science des nombres pour bien entendre les démonstrations et pour se savoir aide de plusieurs belles inventions que j'ai ajoutées. „

E. Barral. — PRÉCIS D'ANALYSE CHIMIQUE QUANTITATIVE. Un vol. in-18 de XII-864 pages, avec 310 figures dans le texte. — Paris, J. B. Baillière et fils, 1905.

Cet ouvrage fait suite au *Précis d'Analyse chimique qualitative* (1 vol. de 496 pages, avec 144 figures, 1904) du même auteur. Il se divise en quatre parties : I. *Opérations ;* II. *Réactifs ;* III. *Méthodes générales* (pondérables, volumétriques, physiques) ; IV. *Dosages et séparations* (métaux, métalloïdes et dérivés, carbone et composés organiques). L'ensemble est excellent. La troisième et la quatrième partie sont développées avec ampleur, sans que l'abondance des détails nuise nulle part à la clarté et à la précision. De nombreuses pages sont consacrées à l'analyse organique élémentaire, ainsi qu'aux principales méthodes de

dosage de beaucoup des substances organiques et d'alcaloïdes naturels employés en pharmacie, dans l'industrie, le commerce et les arts. Une table alphabétique, détaillée et très parlante, termine le volume.

J. Beauverie. — Le Bois, avec une préface de **M. Daubrée.** Un vol. en deux fascicules grand in-8° de XI-1402 pages avec 485 planches hors texte (*Encyclopédie industrielle* fondée par M. C. Lechalas). — Paris, Gauthier-Villars, 1905.

Cet ouvrage est le plus important qui ait été publié jusqu'ici sur l'ensemble de la question du bois. On y trouve méthodiquement coordonnés une énorme quantité de documents, épars dans les ouvrages divers ou des mémoires originaux, souvent indispensables et toujours très utiles à toutes les personnes qu'intéresse à un titre quelconque la question du bois : ingénieurs, architectes, entrepreneurs utilisant le bois pour les constructions et les travaux publics : forestiers produisant le bois ; négociants assurant sa circulation : industriels transformant le bois par des méthodes chimiques ou mécaniques, en pâte à papier, cellulose, produits de distillation, etc. ; ébénistes, menuisiers, charrons, etc. : et une foule d'autres professions se proposant pour but l'appropriation du bois aux divers usages de la vie matérielle. Ajoutons à cette liste les théoriciens : économistes, botanistes, etc., qui pourront également trouver des documents dans cet ouvrage.

Voici un très court résumé de la table des matières :

Fascicule I. — Le bois. Structure. Rapports entre la structure et les qualités du bois d'œuvre. Composition et propriétés chimiques. Caractères et propriétés physiques. Production des bois. La forêt. Abatage des bois. Façonnage des produits. Transport et débit des bois. Commerce des bois. Altérations et défauts des bois d'œuvre. Conservation des bois.

Fascicule II. — Etude spéciale des bois utiles et des essences qui les produisent. Bois indigènes et bois exotiques. Le liège. La production du bois dans le monde. Bois des colonies françaises. Utilisation des bois.

LES

NOUVEAUX ASPECTS DU VOLCANISME (1)

A l'époque où nous sommes, porter devant le public la question du volcanisme, quand il peut sembler que là-dessus tout ait été dit plutôt vingt fois qu'une, n'est-ce pas s'exposer au reproche de remettre sur l'affiche une pièce absolument démodée ? Qu'il s'agisse d'une cause célèbre, nul n'en disconviendra ; mais n'est-elle pas désormais classée, comme on dit au Palais ? Et n'est-ce pas un anachronisme de la vouloir ressusciter, quand on pouvait la croire définitivement entendue ?

Pourtant l'expérience contemporaine nous enseigne que plus d'un procès, réputé définitif, peut être de nouveau porté devant l'opinion, quand il est permis d'alléguer quelque « fait nouveau », qui mette en suspicion la légitimité du jugement rendu. Or justement, en ce qui concerne le volcanisme, l'intervention du « fait nouveau » nous paraît s'être déjà produite de diverses manières.

Tout d'abord, en Belgique, on a vu les sociétés savantes mener beaucoup de bruit autour d'un livre récent, dû à la plume d'un savant allemand, M. Édouard Stübel, auteur d'une théorie nouvelle sur le volcanisme, à la diffusion de laquelle l'Université de Bruxelles s'est employée avec un zèle tout particulier. A cette occasion, la Société belge

(1) Conférence faite à Bruxelles, le 2 mai 1905, à l'Assemblée générale de la Société scientifique.

de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie a provoqué une véritable consultation de tous les spécialistes, où chacun est venu dire son mot ; consultation dont on peut dire que le lieu était particulièrement bien choisi pour assurer la neutralité des délibérations, la Belgique étant, par son sol, aussi désintéressée des problèmes volcaniques que la Suisse pourrait l'être des questions maritimes.

Précisément à l'heure où s'agitaient ces débats, la nature elle-même a réclamé la parole, de cette voix imposante qu'elle sait prendre quand il lui plaît. Une catastrophe sans précédents, celle des Antilles, en même temps qu'elle suscitait dans l'humanité tout entière un sentiment trop justifié de stupeur, a posé, en face des savants décontenancés, des problèmes nouveaux, à la solution desquels aucune expérience ne les avait préparés.

Ce n'est donc plus un thème vieilli ; c'est un sujet rajeuni par renouveau d'actualité, que nous introduisons aujourd'hui devant la Société scientifique de Bruxelles ; non plus, comme nous l'avons fait à Liége en 1902, au lendemain même d'un désastre dont les circonstances étaient encore mal connues ; mais après qu'une enquête scientifique, poursuivie avec autant de soin que de compétence, a fourni tous les éléments d'appréciation qu'on pouvait souhaiter.

Commençons par la théorie de M. Stübel. Nous la prendrons dans l'exposé même qu'en a fait M. le professeur Prinz. Cet exposé, luxueusement édité, est agrémenté de dessins coloriés qui en rendent l'intelligence particulièrement facile, et qui se succèdent, avec leurs légendes, de manière à donner l'illusion des chapitres successifs d'une nouvelle Genèse.

Reconnaissons tout d'abord que M. Stübel n'est pas de ceux qui cherchent à se soustraire à la conception de la fluidité primitive du globe terrestre. On sait combien de fois cette notion si simple a été contestée, et quels efforts

on a déployés de divers côtés pour la battre en brèche. C'est qu'en effet elle est particulièrement gênante pour ceux (et ils sont nombreux) qui voudraient pouvoir échapper à toute idée d'origine et de fin. Or, en vertu d'une loi désormais inattaquable, la chaleur ne peut manquer de se dissiper avec le temps. Toute provision originelle, quelle qu'en ait été l'ampleur, n'a devant elle qu'une durée limitée. Si donc on entend professer l'éternité de notre globe, c'est à la théorie de la chaleur centrale qu'il faut déclarer la guerre.

M. Stübel n'est pas tombé dans cet excès. Dix années passées, dans la République de l'Équateur, au pied des volcans les plus actifs et les plus destructeurs qui soient au monde, ont suffi pour lui inspirer un grand respect à l'égard du principe de la chaleur interne. Au contraire, il eût été facilement enclin à en exagérer la puissance. Seulement c'est dans un très lointain passé qu'il relègue les fougueuses manifestations de l'énergie centrale ; et, à l'entendre, nous n'en connaîtrions plus aujourd'hui que des échos attardés, presque insignifiants.

Du reste, pour n'être pas accusé de dénaturer sa pensée, laissons la parole à son traducteur. Voici la première strophe de la Genèse, selon M. Stübel.

I. *Commencement de la formation de la cuirasse*

« La consolidation de l'écorce planétaire en est également à son début. La faible épaisseur de l'écorce planétaire ne permettant qu'une minime résistance, les éruptions devaient être nombreuses et recouvrir des centaines de kilomètres carrés de magma fluide, sans que les masses déversées aient pu, malgré leur épaisseur considérable, constituer des édifices semblables à nos volcans actuels. La terre était probablement enveloppée de toutes parts d'une atmosphère qui montrait peut-être, au-dessus des

points où se produisaient les éruptions les plus puissantes, des protubérances analogues à celles que nous observons sur le soleil. »

Ainsi, à l'extérieur du noyau liquide, une première enveloppe s'est constituée ; c'est l'*écorce planétaire ;* et, à l'extérieur de celle-ci, les éruptions qui la crèvent accumuleront peu à peu une seconde enveloppe, que M. Stübel appelle la *cuirasse*. Acceptons cette donnée, d'ailleurs invérifiable, et demandons-nous comment, dans de telles conditions, pourraient naître des protubérances lumineuses.

Tout ce que nous savons aujourd'hui de l'état physique du soleil impose l'idée que sa surface est constituée par une masse gazeuse, portée à une température telle que, selon toute vraisemblance, les éléments chimiques y sont dissociés, sauf à traverser, de temps en temps, des épisodes de combinaison provisoire, qui engendreraient les taches. L'hypothèse d'une écorce solide, sous-jacente à cette enveloppe gazeuze, est inadmissible pour quiconque connaît la mauvaise conductibilité des roches. En peu de temps l'écorce, cessant d'être traversée par un flux de chaleur appréciable, déterminerait la condensation des vapeurs chaudes extérieures. Insister là-dessus serait vraiment superflu, surtout dans un pays où la métallurgie est aussi développée, et où personne n'ignore qu'une cuirasse de deux ou trois mètres, en briques réfractaires, suffit à rendre insensible à l'extérieur la présence du foyer où s'accomplissent les puissantes réactions du haut fourneau.

D'autre part, la question des protubérances est actuellement vidée. Si, dans l'origine, on a pu croire à d'immenses jets de matières ignées, s'élançant de la masse de la photosphère, il a fallu bien vite abandonner cette opinion, en raison de la dimension phénoménale des protubérances, et de l'instantanéité qu'il fallait attribuer à ces poussées, capables de parcourir avec la rapidité de l'éclair

des distances se comptant par centaines de mille kilomètres. L'opinion courante est qu'il doit s'agir ici de phénomènes électriques. Supposer qu'après la formation d'une première enveloppe planétaire, la terre, déjà complètement liquide à l'intérieur, fût en état d'émettre de telles protubérances, est formuler une conclusion qu'aucun astronome ne saurait accepter.

Passons maintenant au second chapitre :

II. *La cuirasse a acquis une épaisseur de 8 à 10 kilomètres*

« Le nombre des éruptions, quoique toujours important, a diminué proportionnellement à l'épaisseur et à la résistance croissante de l'écorce planétaire.

» Les masses déversées par les éruptions s'étalent en forme de plateaux. A cette époque, également, il n'y a pas encore d'amoncellements volcaniques proprement dits ; mais les éruptions paroxysmales du magma igné enfermé dans la cuirasse pouvaient construire des amas montagneux de toutes dimensions. L'état de la photosphère était sans doute analogue à celui du premier stade. »

Admirons ici la précision avec laquelle l'auteur décrit des phénomènes dont aucune trace n'a pu arriver jusqu'à nous ! En effet, des amas volcaniques ne peuvent consister qu'en nappes de laves ou en matériaux de projection. Où M. Stübel a-t-il vu des produits de ce genre au-dessous du terrain de schistes cristallins qui, d'après sa théorie (nous le verrons tout à l'heure), n'a pu se former que longtemps après le deuxième stade ? D'autre part, comment concilier l'absence d' « amoncellements volcaniques » avec la possibilité de construire « des amas montagneux de toutes dimensions » ? Si cette antithèse peut ne choquer personne dans le pays qui a donné naissance à Hegel, nous avouons qu'elle nous fait à nous l'effet d'une pure

contradiction. Enfin la persistance d'une photosphère, quand la cuirasse a déjà une dizaine de kilomètres, est un défi à toute vraisemblance.

Voici maintenant la définition du troisième stade :

III. *La cuirasse a atteint une épaisseur de 20 à 25 kilomètres*

« Dans ce stade, où la cuirasse a au moins le double de l'épaisseur qu'elle avait précédemment, de nombreux foyers périphériques se constituent déjà dans son sein. Ils montrent une activité indépendante, conjointement aux dégorgements de lave qui venaient encore, mais plus rarement, de l'intérieur du globe. La majorité des foyers périphériques est toujours reliée directement par des canaux aux régions infracrustales. La photosphère est encore très intense. »

Sans nous arrêter, au sujet de cette dernière phrase, aux objections que nous avons déjà présentées à deux reprises, et dont la force croît à mesure qu'on suppose la cuirasse plus puissante, contentons-nous de signaler le caractère absolument hypothétique de l'état de choses décrit dans ce troisième... alinéa (nous allions dire *verset)*. Que la science édifie des *hypothèses* pour expliquer des *faits*, c'est son rôle; mais décrire avec une telle précision ce qui a pu se passer à une époque dont nous ne connaissons absolument aucun témoin matériel, est dépasser les limites de la fantaisie. Jules Verne aurait pu se le permettre. M. Stübel, qui voulait faire œuvre scientifique, eût dû s'interdire un tel dévergondage d'imagination.

Mais voici qu'avec la quatrième phase le roman atteint son apogée.

IV. *La cuirasse a une épaisseur de 40 à 50 kilomètres*

« Les éruptions issues de l'intérieur de la terre sont moins nombreuses que dans les stades précédents ; mais elles sont d'autant plus puissantes ; elles fournissent les matériaux des plus grands foyers périphériques. Époque de la catastrophe. Fin des colossales émissions venant des régions internes ; à partir de ce moment l'activité principale se reporte sur les foyers périphériques. Beaucoup de canaux de communication allant jusqu'aux parties profondes sont déjà obstrués. L'enveloppe photosphérique ne montre plus partout la même uniformité. »

Toujours l'obsession photosphérique, qui, cette fois, avec une écorce de 40 à 50 kilomètres, prend les proportions d'une véritable *monstruosité !* Mais laissons cela pour ne nous occuper que de l'événement capital qui aurait marqué le quatrième stade, ce que l'auteur appelle « la catastrophe ».

C'était bien la peine, en vérité, de crier comme on l'a fait contre les anciens géologues, qui, avec leur manie de voir à l'œuvre des actions d'une violence extraordinaire, avaient mérité l'épithète de *catastrophistes !* Les voilà dépassés de cent coudées et, du coup, l'imagination de l'auteur déploie une richesse incomparable. Contentons-nous de faire observer qu'il n'y a *pas un seul fait* d'observation sur lequel M. Stübel puisse étayer sa conception. *Il avait besoin*, pour sa thèse des foyers périphériques, d'un événement extraordinaire, capable de jeter, à la surface d'une cuirasse déjà très épaisse, assez de matériaux volcaniques en ébullition pour que, dans toute la suite des temps géologiques, ces matériaux demeurassent en état d'alimenter les foyers dont l'activité s'est traduite par les épanchements éruptifs que nous connaissons. De là l'invention de la « catastrophe », qui n'a jamais existé que dans l'esprit de M. Stübel.

Arrivons au cinquième stade.

V. *État de la cuirasse après la catastrophe*

« Aspect sous lequel on peut se représenter l'édification et la structure interne de la cuirasse au moment où la catastrophe, qui s'était produite durant le processus de refroidissement du globe, venait d'avoir lieu, et où les agents atmosphériques n'exerçaient pas encore leur action destructive sur la cuirasse. La photosphère a beaucoup perdu en étendue et en épaisseur. Tandis que dans la quatrième période les masses ignées visqueuses dominaient dans l'épaisseur de la cuirasse, nous voyons ici comment, par suite de la solidification irrégulière, des restes de magma fondu se concentrent en grands foyers; ce qui n'exclut pas la possibilité de leur liaison entre eux et avec l'intérieur de la terre par d'anciens canaux. — Phase analogue à celle qui marquera probablement la fin de l'action volcanique sur la Lune. — La plupart des conduits profonds sont inactifs. »

N'est-ce pas une rare trouvaille, au point de vue physique, que celle d'une cuirasse de quarante à cinquante kilomètres, enveloppant le globe entier, et ayant si complaisamment modéré le processus de son refroidissement, *que les matières ignées visqueuses ne cessaient pas d'y prédominer* ? Quel est le physicien, tant soit peu au courant de la conductibilité des laves, qui oserait prendre à son compte une telle conception ? Mais, là encore, *il fallait* pour l'hypothèse que les choses fussent ainsi. A la suite d'une « catastrophe » universelle, on devait s'attendre à n'avoir plus qu'une écorce fracturée et disloquée de mille manières. Pour éviter cette extrémité, pour pouvoir continuer à représenter, sur ses dessins, une cuirasse d'une régularité parfaite, il fallait lui garder une plasticité suffisante. C'est ce qu'a fait M. Stübel ; mais nous nous refusons énergiquement à le suivre dans cette voie. Nous avons d'ailleurs, au sujet de ce cinquième stade, des reproches bien plus graves à lui adresser.

D'abord, pour qu'il subsistât encore une photosphère, même réduite, avec une cuirasse épaisse de cinquante, même seulement de quarante kilomètres, il aurait fallu que les éruptions du foyer igné fussent en mesure de lancer au dehors des masses de produits gazeux en ignition, capables de conserver, longtemps après leur sortie, une température extrêmement élevée. Nous demandons quel est le volcan actif qui, de nos jours, pourrait autoriser une conception aussi folle. Donc, ou bien les éruptions volcaniques se passaient dans ce temps-là autrement qu'aujourd'hui, ce qui est une hypothèse absolument fantaisiste, ou il faut reconnaître que la conception d'une photosphère heurte tous les faits scientifiquement constatés.

Mais ce qui est plus sérieux, c'est l'affirmation qu'à cette époque « les agents atmosphériques n'exerçaient pas encore leur action destructive sur la cuirasse ». Que faisaient-ils donc alors, et par quel privilège spécial les lois de la condensation des vapeurs avaient-elles été suspendues ? Comment ! on sait par expérience qu'une croûte de lave de quelques décimètres suffit pour empêcher le refroidissement de la masse ignée qui reste par dessous, tout en demeurant capable de se couvrir de neige, et on admet que quarante kilomètres d'accumulations de roches, même en partie visqueuses, seraient impuissants à provoquer la condensation de la vapeur d'eau répandue dans l'atmosphère primitive ?

Là se trouve, à nos yeux, le vice fondamental de la thèse de M. Stübel. A l'encontre de ce qu'il admet, toutes les lois connues de la physique, toutes les propriétés observées dans les roches, nous font une loi de penser qu'à peine une croûte rocheuse de quelques centaines de mètres s'était formée sur la terre, la précipitation des vapeurs a dû commencer. La formation de l'océan doit être aussi vieille que celle de l'écorce ; et c'est précisément dans ce conflit d'une croûte encore chaude de silicates, et d'une nappe liquide également chaude, riche en substances actives et

soumise à l'influence d'une pression qui, au début, ne pouvait être inférieure à trois cents atmosphères, qu'on doit chercher l'explication de la genèse du granite et des schistes cristallins, c'est-à-dire du terrain *archéen*. Ce terrain, dont M. Stübel rejette la formation au *septième stade* de son histoire, c'est dès l'origine qu'il aurait dû en parler. Mais alors il ne serait plus resté le moindre support pour le romantique échafaudage sur lequel toute la thèse est bâtie !

Aussi jugeons-nous inutile de poursuivre l'examen des derniers chapitres de cette histoire. Demandons-nous pourtant comment un homme, qui connaissait si bien et a si parfaitement décrit les volcans de l'Équateur, a pu être conduit à une conception théorique aussi défectueuse. Sur quelles données premières a-t-il donc édifié sa doctrine ? En voici une :

« L'une des propriétés fondamentales des magmas est de se gonfler au moment du passage de l'état liquide à l'état solide. »

Ce gonflement, qui résulte de la sortie plus ou moins tumultueuse des gaz, suffirait, selon M. Stübel, à expliquer les déformations et les changements de niveau de l'écorce. Enfin son expérience personnelle l'ayant conduit à penser qu'il existait une relation intime entre les tremblements de terre et les éruptions volcaniques, il s'est cru autorisé à rejeter définitivement l'hypothèse qui attribue les déformations de la croûte à un processus général de refroidissement. Ajoutons à cela une opinion personnelle plus que contestable de l'auteur, sur la diminution constante de l'activité éruptive à travers les âges géologiques.

Or, juste à l'heure où M. Stübel croyait pouvoir affirmer l'étroite relation des tremblements de terre avec les phénomènes volcaniques, les magnifiques résultats obtenus en peu d'années par l'*Association britannique pour l'avancement des sciences*, sous l'active et féconde impulsion de

M. John Milne, établissaient avec éclat la proposition contraire.

Ce n'est pas ici le lieu de faire connaître avec détail les observations qui ont fait la lumière sur ce sujet (1). Rappelons seulement que, grâce au réseau des observatoires sismologiques que l'Association britannique a su grouper dans une action commune, il a suffi de moins de trois ans pour démontrer, d'une part, que la *sismicité* était complètement indépendante de la *volcanicité* ; d'autre part, que tous les tremblements de terre importants avaient leur origine dans les fosses océaniques profondes. Ce serait donc aujourd'hui se refuser à l'évidence, que d'attribuer les ébranlements sismiques à autre chose qu'au jeu mutuel des compartiments de l'écorce terrestre, les uns s'affaissant toujours, tandis que d'autres tendent à se relever. Il n'en faut pas plus pour condamner sans appel la thèse de M. Stübel et sa conception d'une cuirasse dont l'ensemble est indéformable, la surface seulement pouvant éprouver quelques déplacements locaux par l'effet des vicissitudes des foyers périphériques qui s'y trouvent dispersés.

C'est en effet ce qui frappe le plus, à la lecture du texte de M. Stübel comme à l'inspection de ses dessins ; c'est la stabilité constante qu'il attribue à l'écorce et à la cuirasse. Partout elles apparaissent, autour du noyau igné, comme deux auréoles d'une régularité parfaite, que rien ne vient jamais troubler. A la vérité, elles se laissent pénétrer en sens divers par des ramifications des foyers périphériques qu'elles abritent ou de la masse centrale qu'elles recouvrent ; mais leur équilibre général n'en reçoit aucune atteinte.

La conséquence (et M. Stübel ne craint pas de le reconnaître) est que la déformation de la surface terrestre ne doit relever d'aucune loi générale. Cette surface se

(1) Nous renverrons à cet égard au Rapport que nous avons présenté à l'Académie des Sciences de Paris, sur la question sismologique, et que la Société belge de Géologie et de Paléontologie a reproduit dans ses publications.

déforme là où les matières d'un foyer isolé subissent un gonflement, ou bien, au contraire, quand la sortie de ces matières a produit un vide qui se traduira par un affaissement local.

Si cela était vrai, rien ne devrait être plus capricieux ni plus inégal que la répartition du relief terrestre. On ne devrait trouver ni bourrelets montagneux se poursuivant sur des milliers de kilomètres, ni fosses linéaires longeant les continents. Surtout le dessin de la surface ne devrait dépendre que de la période éruptive la plus voisine de celle où nous sommes.

Au lieu de cela, la géologie nous montre partout des lignes de dislocation, dont quelques-unes sont très anciennes (comme les chaînes calédonienne et hercynienne), et dont l'étendue dépasse de beaucoup celle du groupe de volcans le plus considérable qu'on puisse imaginer, en même temps que, par une sorte de fait exprès, elles paraissent éviter dans leur parcours les centres d'activité éruptive. De plus, l'observation enseigne que le dessin géographique de la surface terrestre remonte aussi loin que les temps géologiques les plus reculés. Cette vérité apparaît, de plus en plus lumineuse, à mesure que se perfectionne notre connaissance des rivages des anciennes mers. En particulier, elle resplendit avec éclat dans la longue persistance de cette dépression méditerranéenne qui, aujourd'hui encore, traverse en écharpe les masses continentales, et qui, jusqu'au cœur des temps tertiaires, réussissait à se maintenir en traversant l'Asie, sur l'emplacement même où se dressent actuellement les chaînes himalayennes.

Si, d'autre part, on considère la disposition si spéciale des volcans de l'Asie et de l'Amérique, disposés en ceinture continue autour de l'océan Pacifique ; si en même temps on réfléchit que cette ceinture coïncide presque exactement avec la trace d'un grand cercle diamétral, divisant la surface de la terre en deux moitiés, l'une,

essentiellement continentale, l'autre, presque exclusivement océanique ; et que c'est juste sur le cercle qui sépare ces deux moitiés que la plus grande part de l'activité volcanique est concentrée, on saura définitivement ce qu'il faut penser de la thèse des foyers périphériques disposés au hasard.

Lors donc que nous entendons M. Prinz proclamer « l'admirable sentiment des proportions qui régit toute l'œuvre » de M. Stübel ; quand nous voyons un auteur allemand déclarer, à propos de la même œuvre, que pour en méconnaître l'excellence, il faut faire preuve d'une « rare petitesse d'esprit », nous n'avons plus qu'à nous souvenir de la célèbre maxime « *Tradidit mundum disputationibus* », et à admirer quels langages différents on peut faire tenir à la nature, suivant le genre des esprits qui l'interrogent !

Après avoir constaté que la revision du procès du volcanisme n'a rien à attendre de la théorie imaginée de toutes pièces par M. Stübel, tournons notre attention vers les enseignements, ceux-là vraiment nouveaux, que nous donne la catastrophe des Antilles.

On sait qu'au lendemain du désastre, sur l'initiative de l'Académie des Sciences de Paris, une mission scientifique, dirigée par M. Alfred Lacroix, professeur au Muséum d'Histoire naturelle, et aujourd'hui membre de l'Institut de France, avait été envoyée à la Martinique. A deux reprises, M. Lacroix a fait le voyage des Antilles, et son second séjour lui a permis, non seulement de recueillir sur place toutes sortes de documents précieux, mais d'assister en témoin à la fréquente répétition des phénomènes qui ont caractérisé cette éruption sans précédents. Il a résumé dans un magnifique volume (1), publié à la fin de 1904 sous les auspices de l'Académie, le

(1) *La Montagne Pelée et ses éruptions*. Paris, Masson, 1904.

résultat de ses observations qui, on peut le dire, ont fait la lumière sur toutes les circonstances de cette manifestation si extraordinaire de l'activité volcanique.

Ce qui, au point de vue scientifique, distingue l'éruption de la Montagne Pelée de toutes les autres, c'est que ses effets destructeurs, toujours instantanés, n'ont été produits ni par des coulées de laves, ni par des projections de cendres et de pierres lancées par un orifice central, ni par une explosion, faisant sauter en l'air une montagne et couvrant de ses débris le territoire avoisinant. A plusieurs reprises, il est sorti du volcan ce que les uns ont appelé des *nuages denses*, les autres des *nuées ardentes*. Ces émissions gazeuses, labourant les flancs de la montagne, tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, ont semé la mort et parfois l'incendie jusqu'à une distance d'une dizaine de kilomètres. La première, qui a causé en quelques minutes la destruction de Saint-Pierre et de ses trente mille habitants, a emprunté la direction du ravin connu sous le nom de Rivière Blanche, et originaire de l'échancrure même de l'ancien cratère. Parmi les autres, beaucoup ont suivi la même voie ; mais quelques-unes ont cheminé dans des directions différentes, comme celle qui, en août 1902, a entraîné la ruine du Morne Rouge, jusqu'alors considéré comme à l'abri de ce genre de danger.

En quoi consistaient ces nuées ? Pourquoi poursuivaient-elles une direction sensiblement horizontale ? Comment leur production se reliait-elle à l'absence de coulées ? C'est ce que les travaux de M. Lacroix expliquent d'une manière très satisfaisante.

Tout d'abord il ne saurait être question de nuages de feu, comme on a pu le croire au début. Tout démontre que ces émissions se composaient de vapeur d'eau, entraînant avec elle une grande quantité de cendres chaudes et parfois de blocs de diverses dimensions. A partir du jour où l'observatoire du Morne Rouge a pu surveiller l'émis-

sion de ces nuées et parfois les photographier dans les diverses phases de leur courte et dévastatrice traversée, il a été aisé de reconnaître les étapes de leur évolution.

Au début, c'était un amas de flocons grisâtres, qu'on voyait sortir d'un point voisin de la cime de la montagne. Cet amas descendait en volutes, qui roulaient sur la pente du volcan, et cheminait sans laisser derrière lui la moindre queue le rattachant au point d'où il était sorti. En revanche, à peine lancé, il se dilatait dans tous les sens, spécialement dans le sens vertical, finissant par atteindre jusqu'à quatre mille mètres de hauteur au moment où il arrivait à la mer, ayant parcouru, comme nous l'avons dit, une moyenne de dix kilomètres.

Or tous ces caractères, à la direction près, sont ceux des nuées dont se compose, au moment des paroxysmes, le panache de vapeur des volcans normaux. Là aussi ce sont des amas de vapeur d'eau, mélangés de cendres et de débris, et lancés avec une force qui leur permet souvent d'arriver à dix ou onze kilomètres de hauteur ; après quoi les nuages se dissipent en s'éparpillant, pendant que les pierres retombent autour de l'orifice et que les cendres sont entraînées plus ou moins loin. Toute la différence réside ici dans la direction de l'amas de nuages, verticale dans un cas, horizontale dans l'autre. Mais, dans cette dernière condition, c'est bien, comme dans la première, un *projectile gazeux* que lance le volcan ; seulement, l'impulsion reçue n'étant pas dirigée suivant la verticale, le projectile, alourdi par les cendres et les pierres qu'il charrie, est incapable d'échapper à l'action de la pesanteur. Il roule donc sur la pente de la montagne, les vapeurs se dilatant peu à peu en vertu de leur force expansive, tandis que les cendres et les débris, rasant le sol, constituent ces traînées de matières chaudes dont chacune demeure sur le terrain, accusant après coup le chemin suivi par la nuée dense.

Il reste à expliquer pourquoi, à la Montagne Pelée, les

projectiles gazeux sont si souvent lancés suivant l'horizontale. Cela tient à ce que, à la différence de tous les volcans connus, celui de la Martinique n'offre pas, au moins quant à présent, d'ouverture cratériforme permanente, par où les vapeurs puissent normalement sortir, obéissant à leur force élastique, qui les dirige tout naturellement vers le ciel.

Cependant, avant l'éruption de 1902, la Montagne Pelée possédait un cratère. C'était un abîme, ouvert dans le flanc sud-ouest du volcan, et dont le fond se trouvait à trois ou quatre cents mètres au-dessous de la cime. Ce cratère débouchait dans le ravin de la Rivière Blanche ; mais son fond en était séparé par une digue naturelle. Malgré la très grande quantité de pluies qui tombe aux Antilles, et qui suffisait pour entretenir d'une façon permanente, tout contre le sommet, une petite cuvette lacustre, l'Étang des Palmistes, le fond du cratère était toujours dépourvu d'eau, si bien que, dans le pays, on le désignait sous le nom caractéristique d'Étang Sec.

Or, quelques jours avant la catastrophe finale, on put constater que l'Étang Sec était rempli, jusqu'à une assez grande hauteur, par une eau chaude et boueuse, qu'alimentaient des cascades sortant par des fissures des parois. Évidemment l'éruption se préparait, la sortie des vapeurs, bientôt condensées, précédant celle de la matière ignée. Dès le 5 mai, l'eau accumulée exerçait sur l'ancienne digue une pression assez forte pour la rompre, et ainsi se produisit la désastreuse éruption de boue qui engloutit la sucrerie située au débouché du ravin.

A partir de ce moment, nul ne put approcher de l'ancien cratère, et, pendant bien des jours après la catastrophe, il fut impossible d'apercevoir le sommet du volcan, caché par les nuages et les vapeurs. Mais, quand ce manteau se fut dissipé, on remarqua que de grands changements avaient dû se produire. L'ancienne cime, formée par une dent pointue, appelée Morne La Croix, s'était écroulée sur

presque toute sa hauteur. En revanche, à la place de l'ancien cratère, on n'apercevait plus d'ouverture béante, et toute la cavité semblait remplie par un amas de blocs, qui, à de certains moments de la nuit, s'illuminaient d'un vif éclat.

Bientôt cet amas, grandissant toujours, en vint à dépasser notablement, par sa cime, l'altitude de l'ancien Morne La Croix et, dès lors, de l'observatoire du Morne Rouge, on put constater que cette cime ressemblait à une sorte de mur crénelé. Le contour de ce mur était incessamment variable, et un jour on vit se dresser, à l'une de ses extrémités, une dent pointue, d'une hardiesse extrême, qui bientôt dépassa de trois cents mètres l'altitude du sommet primitif.

Grâce au service permanent d'observations installé par M. Lacroix, on put avoir, jour par jour, le dessin ou la photographie de cette curieuse protubérance, et s'assurer des fréquents changements qu'elle subissait dans sa forme ou sa hauteur. Parfois un des points de l'aiguille s'illuminait brusquement, et des blocs incandescents tombaient à son pied, sur l'énorme manteau de débris qui occupait l'ancienne cavité du cratère. Seule, la paroi nord de ce dernier subsistait, dominant de son mur vertical la base de l'amas conique de blocs ; et, à la jonction du cône avec la paroi, on voyait se dégager de nombreuses vapeurs.

Quant à l'amoncellement conique lui-même, quelques-uns l'avaient dépeint comme formé de matériaux que le cratère aurait vomis à la façon des projections volcaniques ordinaires, et qui seraient retombés dans la cheminée. Mais c'était évidemment une erreur. Jamais la Montagne Pelée n'avait rejeté que des cendres, et si les nuées denses étaient lancées avec assez de force pour entraîner parfois de gros blocs arrachés à l'amas qu'elles quittaient, l'absence de projections violentes était, on peut le dire, le trait dominant de l'activité du volcan. Les vives lueurs dont l'amas s'illuminait par instants ne pouvaient s'expli-

quer que par des déchirures locales, survenant dans une carapace solide, qui recouvrait quelque protubérance visqueuse.

Ainsi l'éruption de 1902 avait essentiellement consisté dans la montée d'une intumescence pâteuse, assez doucement poussée au dehors par la force expansive des gaz dont elle était pénétrée. Après avoir rempli le cratère, cette intumescence en avait dépassé le sommet ; et, quand elle était devenue incapable de s'élever davantage en masse, la force ascensionnelle, se localisant en quelques points de la cime, avait déterminé la sortie, d'abord du mur crénelé, ensuite de l'aiguille en forme d'obélisque. Pour cette dernière, l'évidence de la poussée était péremptoire ; car sur sa surface presque polie on apercevait des rainures parallèles, témoignage du laminage que la protubérance avait dû subir à travers l'ouverture qui lui livrait passage.

Mais pourquoi, au lieu d'engendrer une coulée ordinaire, le volcan avait-il produit sur place, en obstruant sa cheminée, cette espèce de chou-fleur ou de champignon visqueux ? Évidemment parce que la matière ignée manquait de fluidité. Du reste, si l'approche du manteau de débris était impossible, on pouvait du moins s'assurer de sa composition, grâce aux fragments que les nuées denses en emportaient. M. Lacroix a ainsi vérifié que tout l'amas de débris était constitué par une *andésite*, contenant environ 65 °/₀ de silice, et qui, par endroits, présentait une texture vitreuse, comparable à celle d'une obsidienne. Cette roche, très analogue à celle qui a formé les intumescences de Santorin, dans l'Archipel grec, est peu fusible, surtout en mélange intime avec la vapeur d'eau. Moins réfractaire, elle se serait épanchée en coulée ; plus rebelle encore à la fusion, elle aurait obstrué la cheminée volcanique, obligeant les gaz à s'accumuler en pression, jusqu'au moment où leur force élastique serait devenue suffisante pour faire sauter le sommet de la montagne,

dans une de ces explosions violentes comme on en a souvent vu aux Iles de la Sonde. La condition moyenne de cette andésite lui a permis de ne former, au-dessus de la cheminée, qu'une sorte de bouchon perméable, capable d'évacuer de temps en temps les gaz intérieurs par les déchirures qui se produisaient dans la carapace de l'intumescence.

Ce qui prouve que cette manière de voir est bien fondée, c'est que toutes les émissions de nuées denses ont coïncidé en 1903 avec les principaux changements de l'aiguille du dôme volcanique. Chaque fois qu'elle subissait un écroulement notable, ou que son profil se modifiait assez brusquement, on était sûr qu'un bombardement allait se produire ; et c'est grâce à cette coïncidence bientôt reconnue qu'on pouvait se tenir prêt à photographier un phénomène dont la durée totale n'était que d'un petit nombre de minutes.

Il résulte de là que le lieu d'émission des nuées dévastatrices était au pied de l'aiguille en voie d'écroulement. On doit donc se représenter l'intumescence comme une sorte d'éponge saturée de vapeurs, s'accumulant dans ses pores comme dans autant de prisons, et prêtes à sortir dès qu'une déchirure de la carapace leur offrait une issue ; et suivant la position de cette ouverture, la projection pouvait avoir lieu verticalement, obliquement ou horizontalement. De là cette allure si caractéristique du *projectile gazeux*, sortant tout d'une pièce de la cavité où il était comprimé, et cheminant, sans garder aucune attache avec la fente originelle, mais à la condition de subir une dilatation progressive dans tous les sens.

La production d'une intumescence pâteuse, qui a caractérisé l'éruption de la Montagne Pelée, offre beaucoup d'analogie avec les circonstances classiques des éruptions de Santorin, qui toujours débutent par le gonflement d'une andésite visqueuse. Mais, en général, dès que ce champignon d'andésite a réussi à former un îlot, il s'y

ouvre un cratère, par lequel s'épanche une coulée, en même temps qu'il y a projection de débris. Pour le moment, rien de semblable ne se produit à la Martinique.

Quant aux nuages denses, il ne faudrait pas croire que la Montagne Pelée en eût le monopole. Lors de ses études sur les Açores, M. Fonqué a retrouvé, dans les archives de l'Archipel, le récit de *nuées ardentes*, en tout semblables à celles de la Martinique, et produisant les mêmes effets d'asphyxie et de brûlures, à cause des cendres chaudes mélangées à la vapeur d'eau.

D'autres résultats se dégagent encore des observations faites par M. Lacroix. Il en est un sur lequel nous croyons devoir insister, parce qu'il permet de juger de la valeur d'une hypothèse trop complaisamment admise par beaucoup d'hommes de science.

En effet, il existe toute une école qui, ne pouvant se refuser à la doctrine du feu central, cherche du moins à réduire tant qu'elle peut le rôle de cette énergie interne, en lui refusant le droit de se manifester au dehors sans une impulsion *extérieure*. C'est l'eau de la surface qui, pénétrant dans les fissures de l'écorce, viendrait réveiller l'activité endormie de la nappe ignée, en provoquant des explosions par sa vaporisation subite.

Pour le prouver, on accumule statistiques sur statistiques, afin d'établir un rapport entre l'activité éruptive et la quantité de pluie tombée. On a même vu le géologue américain Dana, dans sa description du grand volcan des Iles Sandwich, prétendre que, si les éruptions du sommet, situé à 4000 mètres d'altitude, montraient d'importants bouillonnements de lave, qu'on n'observe pas, à 3000 m. plus bas, dans le célèbre lac de lave de Kilauea, c'est parce qu'autour de ce dernier manquaient les flaques de neige dont la cime du Mauna-Loa est quelquefois accidentée !

Sans entrer dans la discussion détaillée de cette doctrine quelque peu enfantine, nous nous contenterons de

faire remarquer que les observations recueillies à La Martinique lui infligent un cruel démenti. Jamais la quantité d'eau pluviale n'a été plus faible que pendant l'année entière qui a précédé la catastrophe. L'infériorité, par rapport à la moyenne, *a été de près d'un tiers ;* et c'est au moment où la montagne était le moins saturée d'eau que l'éruption s'est produite.

Ajoutons encore qu'en dépit des récits plus ou moins fantaisistes de la première heure, aucun changement ne s'est produit dans l'assiette du sol de la contrée. Aucun tremblement de terre n'a accompagné les éruptions, et si, au moment des nuages denses, il y a eu parfois des ras de marée, c'était exclusivement l'effet de l'air déplacé par le projectile gazeux en mouvement. Ici encore, n'en déplaise à M. Stübel, la *sismicité* s'est montrée sans aucun rapport avec la *volcanicité*. Ceux qui s'étaient risqués à prédire le prochain écroulement de toutes les Antilles en ont été pour leurs frais de prophétie ; et on a pu justement leur répondre qu'à travers les âges géologiques, l'activité volcanique avait augmenté plutôt que diminué l'étendue de l'archipel. Ainsi la Montagne Pelée est un cône récent, qui est venu s'adjoindre tardivement au massif d'anciennes laves et de débris qui constitue le reste de l'île.

On voit combien l'étude scientifique de la catastrophe des Antilles a été féconde en résultats intéressants. Elle a fait ressortir, non pas un « fait nouveau », mais bon nombre de faits nouveaux, et le rôle capital joué par l'expansion des gaz internes dans les manifestations éruptives s'y trouve plus que jamais mis en pleine lumière. Mais ce n'est pas tout, et M. Lacroix a eu le talent de faire une observation qui, à elle seule, devrait suffire à faire classer sa mission parmi celles qui méritent au plus haut degré la reconnaissance des hommes de science.

En explorant avec soin les blocs charriés par les nuées denses, ou tombés de la cime du dôme d'intumescence,

M. Lacroix avait remarqué qu'à côté des blocs d'andésite normale à texture microlithique, d'andésite vitreuse ou d'andésite ponceuse, il s'en trouvait quelques-uns dont la pâte, non seulement était en totalité cristallisée, mais offrait un remarquable développement de quartz ou cristal de roche en grains microscopiques.

Une étude attentive des conditions de gisement de ces blocs a montré à M. Lacroix qu'ils devaient provenir, non de la carapace normale du dôme d'intumescence, mais des parties culminantes, voisines de l'aiguille terminale et provenant de son émiettement. C'étaient donc des portions de lave pâteuse qui avaient dû rester longtemps sous l'influence d'une certaine masse de vapeurs en pression, destinées à s'échapper plus tard sous forme de nuées. Tandis que les blocs rapidement refroidis avaient pris la texture d'obsidienne vitreuse ou tout au plus la texture microlithique, la digestion prolongée du magma vitreux riche en silice au sein d'un excès de vapeur d'eau avait suffi pour faire cristalliser le quartz.

C'était donc une répétition, à température modérément élevée et sous une pression qui n'avait rien d'excessif, des expériences classiques par lesquelles Daubrée, Sénarmont et Friedel ont obtenu du quartz cristallisé en faisant réagir, sur la silice du verre, de l'eau surchauffée.

C'est la première fois que le mystère de la formation du quartz reçoit de l'observation pure un tel jet de lumière. Jusque-là il semblait que la genèse du quartz, dans les roches éruptives, fût inexplicable. Ce minéral est essentiellement un produit de la voie humide. Quand on le soumet à l'action d'une forte chaleur, il perd une notable partie de sa densité, et se transforme en une autre espèce minérale, la tridymite. D'un autre côté, nier le caractère éruptif des roches qui contiennent du quartz, telles que le granite et les porphyres, n'était pas possible. Aussi, en désespoir de cause, quelques pétrographes se résignaient-ils à admettre que le quartz était dans ces roches un pro-

duit *secondaire* ; c'est-à-dire qu'après leur consolidation elles s'étaient trouvées soumises à l'influence de dissolutions, qui leur avaient enlevé de la silice libre et l'avaient isolée dans leur sein. Mais à quoi cette silice pouvait-elle bien avoir été enlevée, quand on la trouve entourée de cristaux définis, tels que le feldspath et le mica ? Comment concilier un tel métamorphisme avec l'aspect si parfaitement frais de la roche ?

Autant de difficultés qui s'évanouissent quand, à la lumière des faits observés à la Martinique, on se décide à reconnaître qu'une masse silicatée quelconque, à haute ou basse température, soumise à l'influence de la vapeur d'eau sous pression, cristallise en donnant naissance à du quartz. Et si, près du sommet du dôme de la Montagne Pelée, à petite distance de la surface, ce minéral a pu prendre naissance à l'état de petits cristaux, combien la cristallisation n'eût-elle pas été plus avancée, si la prise en masse avait dû se faire à une très grande profondeur, sous une pression beaucoup plus considérable ? Aussi peut-on dire que, en principe du moins, la question de l'origine primaire du quartz des granites se trouve aujourd'hui réglée.

En résumé, tandis que la tentative théorique de M. Stübel n'a abouti qu'à produire un véritable roman scientifique, hérissé d'invraisemblances et d'impossibilités, le « fait nouveau » de la Martinique, interprété avec sagacité par la mission française, a fait faire à la géologie des progrès décisifs. Plus que jamais il apparaît que le facteur dominant, dans le volcanisme, est l'activité propre des matières gazeuses, intimement mélangées au magma igné. Celui-ci n'en est jamais exempt, comme le prouvent si bien les *fumerolles*, qui se dégagent par évaporation tranquille de toutes les coulées de lave. Quand les circonstances physiques ou chimiques du magma sont de nature à déterminer le départ des gaz, ceux-ci font effort pour sortir et soulèvent la matière fondue, jusqu'au moment

où, rencontrant une issue favorable, ils se dégagent avec violence. Mais les conditions de ce dégagement sont réglées à la fois par l'état des cheminées et par la fluidité très inégale de la lave. Voilà pourquoi, dans certains cas, les phénomènes de projection de matières solides sont supprimés, en même temps que la vapeur d'eau toujours présente s'emploie à produire des phénomènes de cristallisation spéciaux.

Quant à savoir si les foyers qui alimentent les volcans sont tous en relation directe avec le magma central, ou forment des réservoirs périphériques isolés, logés dans le voisinage de la surface, et destinés à y subir une élaboration individuelle, c'est, pour le moment, une question que l'observation reste impuissante à trancher. Elle perd d'ailleurs beaucoup de son importance, si l'on considère que ces foyers, périphériques ou non, sont groupés en files linéaires le long des principales lignes de dislocation du globe, et qu'ainsi, à toutes les époques, leur position n'a cessé d'être en rapport direct avec les phénomènes qui règlent la déformation en masse de l'écorce.

A. de Lapparent.

LE

MOUVEMENT ANTIMÉCANICISTE

EN BIOLOGIE (1)

On a désigné sous le nom de mécanicisme des hypothèses assez diverses. Il importe avant tout de préciser le sens où nous prenons ici cette dénomination. Nous appelons *mécanicisme biologique* le système de philosophie scientifique d'après lequel il ne se manifeste, dans les êtres vivants, aucune espèce d'activité essentiellement différente de celles qui appartiennent à la matière non organisée, et qui se refuse, par conséquent, à admettre dans les organismes l'existence d'aucun *principe vital*, c'est-à-dire d'un principe d'activité essentiellement différent de ceux que nous voyons à l'œuvre dans le monde inorganique. Les mécanicistes prétendent que, si l'on n'a pu, jusqu'à l'heure actuelle, expliquer, par le seul jeu des forces physico-chimiques, qu'une faible part des phénomènes vitaux, du moins une telle interprétation est certainement possible ; il appartient, disent-ils, aux lentes et patientes recherches de l'avenir de nous rapprocher sans cesse, de plus en plus, de ce qui doit être considéré comme le but dernier de toute science biologique : l'explication physico-chimique de la vie.

(1) Conférence faite à l'assemblée générale de la Société scientifique à Bruxelles, le 3 mai 1905. Nous prions le lecteur de ne voir, dans cette conférence, qu'une *introduction générale* à l'étude du mouvement antimécaniciste.

Telle que nous la délimitons ici, cette hypothèse n'embrasse que les fonctions de la *vie végétative*, c'est-à-dire les fonctions vitales qui sont communes aux plantes, aux animaux et à l'homme. Elle ne se confond donc pas avec le *matérialisme*, qui applique la même interprétation aux phénomènes de la vie sensitive et de la vie intellectuelle. Cette hypothèse ne se confond pas non plus avec le *mécanicisme universel*, avec ce que Vignon (1) a si justement appelé le mécanicisme antidynamiste, théorie d'après laquelle tous les phénomènes de la nature non seulement se ramènent aux activités et aux lois de la physico-chimie, mais encore ne sont pas autre chose que des phénomènes de mouvement.

La forme sous laquelle se présente le plus souvent le mécanicisme consiste dans ce que l'on a appelé l'*organicisme* : on conçoit l'organisme comme une machine artificieusement construite à l'aide de matériaux inorganiques, on se le représente comme résultant de l'agencement spécial et graduellement compliqué de molécules chimiques dans la cellule, de cellules dans les tissus, de tissus dans les organes, d'organes dans tout le corps vivant. Ce serait cette disposition harmonieuse qui réglerait en quelque sorte l'entrée en exercice des activités physico-chimiques et leur ferait ainsi produire les effets merveilleux que nous admirons dans les êtres vivants et qui ne se rencontrent pas dans le monde inanimé. Dans sa forme radicale, c'est aussi par des voies physico-chimiques que le mécanicisme prétend expliquer l'origine elle-même de la disposition artificieuse des machines organiques, et c'est alors au sélectionnisme exagéré qu'il a recours.

Pendant la plus grande partie de la seconde moitié du XIXe siècle, le système mécaniciste sembla régner presque

(1) P. Vignon, *Sur le matérialisme scientifique ou mécanicisme antitéléologique.* REVUE DE PHILOSOPHIE, 1904 ; *Doctrines et opinions relatives à la philosophie biologique.* IBID., 1905.

sans conteste dans le monde des biologistes. Sans rechercher ici les causes qui lui avaient valu la faveur générale, au point d'en faire un dogme que l'on ne discutait ni n'examinait même plus, nous dirons simplement que les conceptions outrées du vitalisme exagéré, celui de Barthez et de Bichat, de Leydig et de J. Müller, y étaient pour une bonne part. Ce système considérait comme cause unique des phénomènes de la vie végétative une force vitale ou des propriétés vitales, dont l'activité devait se trouver continuellement en conflit avec les forces physico-chimiques, celles-ci tendant à la destruction de l'organisme, celles-là luttant pour sa conservation. C'est par réaction contre ce dualisme inadmissible que beaucoup d'esprits se rallièrent au mécanicisme. Il est vrai qu'entre le vitalisme de Montpellier, — c'est ainsi qu'on désigne souvent le système que nous venons de mentionner, — et le mécanicisme, il y avait place pour d'autres interprétations ; il y avait place, entre autres, pour le vitalisme d'Aristote et des grands docteurs scolastiques ; mais qui, à cette époque, parmi les biologistes, se souciait encore des conceptions philosophiques d'Aristote ?

Quoi qu'il en soit, le mécanicisme semblait définitivement admis, il y a quelque quinze ans. Depuis lors, par un retour des choses fort imprévu, les conditions ont bien changé. Il s'est levé tout un groupe de biologistes, et de biologistes marquants, qui dénoncent l'insuffisance du mécanicisme, s'insurgent avec une certaine impatience contre ses prétentions dogmatiques, et visent à émanciper de ses préjugés la pensée et la recherche biologiques. On peut dire qu'il existe, à l'heure actuelle, un véritable mouvement de réaction et de réaction très vive contre le mécanicisme, et cela constitue un des événements les plus considérables pour l'histoire des sciences, au déclin du XIXe siècle et à l'aurore du XXe.

On donne souvent à ce mouvement le nom de *Néo-Vitalisme*. J'ai préféré lui attribuer cette étiquette un peu

vague d'*antimécanicisme*. C'est qu'en effet, les savants qui s'opposent à l'interprétation physico-chimique de la vie ne sont pas encore tous arrivés à reconnaître définitivement l'impossibilité absolue d'une semblable explication. Or, c'est là, semble-t-il, le minimum qu'il faut admettre pour mériter le nom de vitaliste. Cette dénomination n'a pas de sens ou bien elle doit inclure qu'on admet l'existence, dans les êtres vivants, de certains phénomènes qui leur appartiennent en propre et qui sont essentiellement irréductibles aux seules activités et aux seules lois de la matière brute. En d'autres termes, le nom de vitalisme inclut nécessairement l'admission de ce que Driesch appelle l'*autonomie des phénomènes vitaux*, en signifiant par là que ces phénomènes obéissent à des lois qui leur appartiennent en propre, différentes essentiellement de celles qui gouvernent la matière non organisée. C'est dans ce sens que nous emploierons l'expression « vitalisme », expression qui nous semble utile à conserver, malgré les exagérations et les erreurs qu'elle a parfois servi à couvrir.

A l'heure actuelle, la poussée antimécaniciste, si vive qu'elle soit, est faite encore d'efforts isolés, de tendances éparses, sans lien d'école, sans unité de programme ou d'action. Tel qu'il est néanmoins, ce mouvement éveille un puissant intérêt, et ce qui rehausse tout particulièrement cet intérêt, c'est que la réaction dont nous allons parler s'est levée et a grandi dans les rangs des biologistes, c'est qu'elle apparaît comme l'aboutissant inéluctable d'une science plus profonde, plus étendue, plus critique, plus indépendante, c'est que, en un mot, elle constitue un mouvement purement et strictement scientifique.

J'ai cru que le moment était venu d'esquisser, devant les membres de la Société scientifique, les grandes lignes de ce mouvement. C'est ce que je vais m'efforcer de faire très simplement, sans aucun apprêt oratoire, et en réclamant votre bienveillance pour les passages un peu arides que contiendra nécessairement un semblable exposé. Je

ne puis d'ailleurs penser à vous entretenir de tous les auteurs antimécanicistes ; je ne m'arrêterai qu'aux principaux, et encore ne vous parlerai-je que de ceux qui n'avaient pas été préparés par une saine éducation philosophique à ce retour vers un vitalisme vrai.

Il faut nous arrêter encore un instant sur le seuil, pour tâcher de préciser certaines notions auxquelles il est fait souvent appel dans la question présente et qui paraissent donner lieu à plusieurs malentendus. Ce sont les notions de finalité, de but, de tendance vers un but. La discussion entre les mécanicistes et leurs adversaires semble souvent se ramener à une sorte de question préalable : y a-t-il ou n'y a-t-il pas contradiction à réclamer, pour rendre compte de la vie végétative, la présence d'un principe d'activité *finaliste*, c'est-à-dire d'un principe qui ferait tendre les activités physico-chimiques *vers un but à atteindre*. Les mécanicistes affirment qu'une telle conception est contradictoire, les néovitalistes le nient. Voici ce que disent les mécanicistes. Un principe vital serait nécessairement un principe de cette espèce, un principe d'activité finaliste. Or, toute tendance vers un but suppose essentiellement un être conscient, doué d'intelligence et de volonté. Et c'est pourquoi un principe vital est inadmissible dans la vie végétative, où n'existe pas la conscience. — Les néovitalistes admettent eux aussi que le principe vital serait un principe d'activité finaliste, mais ils prétendent que la notion de finalité fait abstraction de l'intelligence et de la volonté.

Il y a là quelques équivoques à dissiper. Il est certain, et personne n'en doute, que les organismes montrent des adaptations merveilleuses de leurs organes aux fonctions qui leur sont dévolues dans l'harmonie de l'ensemble ; il n'est pas moins évident que l'ontogenèse, c'est-à-dire le développement de l'individu à partir de la cellule-œuf, manifeste une tendance frappante vers un *terme* final, qui

est précisément la constitution de ces organes. Seulement, il faut le remarquer, toute cause efficiente, tout être agissant, dans la nature inorganique aussi bien que dans le monde vivant, manifeste, dans son action même, et par conséquent, *en tant que cause efficiente*, une tendance vers un effet, vers un terme. Pour pouvoir considérer cette tendance comme finaliste, et ce *terme* comme un *but*, c'est-à-dire pour pouvoir, à la considération de la causalité efficiente, ajouter celle de la causalité finale, il faut démontrer que cette tendance, que ce terme réalisent un plan conçu par une intelligence ordonnatrice. Les deux notions : tendance vers un terme et tendance vers un but, ne sont donc pas identiques. La confusion est, il est vrai, très aisée entre ces deux concepts. Observant en effet, dans les êtres créés, vivants ou non vivants, des tendances naturelles vers des effets parfaitement ordonnés, notre esprit remonte, de lui-même et sans effort, à une intelligence ordonnatrice qui a conçu ces effets comme un but et qui a créé des natures capables d'y tendre par elles-mêmes. Mais il n'en demeure pas moins vrai qu'on ne peut introduire la notion de finalité sans inclure la considération d'une intelligence ordonnatrice. Et en ce point les mécanicistes ont raison. Mais, ils se trompent ailleurs. C'est d'abord lorsque, pour admettre un *principe d'activité* finaliste, ils exigent que la conception du plan, du but à atteindre se trouve dans les êtres eux-mêmes qui possèdent ce principe. Il suffit — et il est d'ailleurs possible — qu'une intelligence ordonnatrice dépose, pour ainsi dire, dans ces êtres, des activités capables de les faire tendre, *par eux-mêmes et aveuglément*, vers le but qu'elle leur assigne.

Les mécanicistes ont tort en un second point — et ce tort leur est commun avec les néovitalistes — c'est lorsqu'ils identifient la question du principe vital avec celle de la finalité. D'abord, cette dernière question se pose, non pas seulement pour les êtres vivants, mais pour tous les

êtres naturels, et, il faut le remarquer, les lois du monde inorganique, comme par exemple les lois mathématiques de la gravitation universelle, ne manifestent peut-être pas moins vivement que les lois du monde végétal, l'intervention d'une Intelligence ordonnatrice. Ensuite, on peut être tout à la fois organiciste et téléologiste. Si l'on réduit les organismes à n'être que des machines, on peut trouver dans l'agencement merveilleux de ces machines elles-mêmes l'empreinte d'une suprême Intelligence. C'est ce que pensait entre autres le P. Carbonnelle (1). C'est ce que pensait aussi Lotze (2), le fondateur du mécanicisme en Allemagne. La question du principe vital n'est donc pas celle de la finalité. La question du vitalisme se maintient sur le terrain de la causalité efficiente, elle concerne le point de savoir s'il existe une différence radicale et essentielle entre l'activité des êtres vivants et celle de la matière brute. Elle se rapporte par conséquent à la nature du *principe fondamental d'activité* qui entre en jeu de part et d'autre.

C'est pour ces raisons que nous éviterons de parler de finalité, même en rapportant les opinions des néovitalistes.

Nous pouvons maintenant entrer dans le cœur de notre sujet. Avant tout, il faut que je vous présente les auteurs que je groupe dans ce mouvement antimécaniciste. Ce sont : Hans Driesch, professeur d'Embryologie à l'Université d'Heidelberg ; Wolff, professeur à Bâle ; J. Reinke, professeur de Botanique à Kiel ; son frère F. Reinke, professeur d'Anatomie à Rostock ; Bunge, professeur de Physiologie chimique à Bâle ; Neumeister, professeur de la même branche à Iéna ; Schneider, professeur d'Histologie à Vienne ; Moszkowsky, professeur d'Anatomie à

(1) I. Carbonnelle. *Les Confins de la science et de la philosophie.*

(2) H. Lotze. *Leben und Lebenskraft.* In : *Wagner's Handwörterbuch der Physiologie.* Braunschweig, 1842.

Fribourg-en-Brisgau (1). Nous aurons à mentionner plus tard une autre série de noms.

Il n'est pas inutile de remarquer que ces auteurs ne sont en aucune façon des biologistes de cabinet ; tous se sont fait connaître par d'importants travaux de recherches originales ; c'est donc de l'examen direct des faits qu'a jailli leur conviction et ils n'appartiennent en aucune façon à cette classe de publicistes qui, comme Le Dantec, confondent un « Traité de Biologie » avec un roman à thèse.

(1) Voici les principaux ouvrages publiés par ces auteurs : H. Driesch (1896). *Die Maschinentheorie des Lebens.* BIOLOG. CENTRALBLATT ; (1899) *Die Lokalisation morphogenetischer Vorgänge. Ein Beweis vitalistischen Geschehens.* Leipzig, Engelmann ; (1899) *Resultate und Probleme der Entwickelungsphysiologie der Thiere. Ergeb. d. Anat. u. Entwick.* ; (1901) *Die organischen Regulationen.* Leipzig, Engelmann ; (1902) *Kritisches und Polemisches.* III. *Anhänger und Gegner der Lehre von der Autonomie des Lebens.* BIOLOG. CENTRALBLATT ; (1902) *Neue Antworte und neue Fragen der Entwickelungsphysiologie. Ergebn. der Anat. u. Entwick.* ; (1903) *Kritisches und Polemisches.* IV. *Zur Verständigung über die Entelechie.* BIOLOG. CENTRALBLATT ; (1903) *Die « Seele » als elementarer Naturfaktor.* Leipzig, Engelmann ; (1904) *Naturbegriffe und Natururteile.* Leipzig, Engelmann.

J. Reinke. (1899) *Die Welt als That.* Berlin, Pätel ; (1901) *Einleitung in die theoretische Biologie.* Berlin. Pätel ; (1902) *Bemerkungen zu O. Bütschli's Mechanismus und Vitalismus.* BIOLOG. CENTRALB. ; (1904) *Der Neovitalismus und die Finalität in der Biologie.* BIOLOG. CENTRALB.

G. Wolff. (1890) *Beiträge zur Kritik der Darwinschen Lehre.* BIOLOG. CENTRALB. ; (1896) *Der gegenwärtige Stand des Darwinismus.* Leipzig, Engelmann ; (1898) *Beiträge zur Kritik der Darwin'schen Lehre.* Leipzig, Georgi ; (1902) *Mechanismus und Vitalismus.* Leipzig, Thieme.

F. Reinke. (1901) *Grundzüge der allgemeinen Anatomie.* Wiesbaden, Bergmann.

V. G. Bunge. (1887) *Lehrbuch der physiologischen und pathologischen Chemie.*

R. Neumeister. (1903) *Betrachtungen über das Wesen der Lebenserscheinungen.* Jena, Fischer.

K. C. Schneider. (1903) *Vitalismus. Elementare Lebensfunktionen.* Leipzig und Wien, Deuticke.

M. Moszkowsky. (1903) *Hans Driesch's organischen Regulationen. Eine kritische Studie.* BIOLOG. CENTRALB.

Il faut ajouter à cette liste deux ouvrages parus après notre conférence, tous deux dans la nouvelle collection de Barth : NATUR- UND KULTURPHILOSOPHISCHE BIBLIOTHEK. Ce sont : J. Reinke. (1905) *Philosophie der Botanik.* — H. Driesch. (1905) *Der Vitalismus als Geschichte und als Lehre.* — A signaler en outre un article tout récent de Schneider sur « *Vitalismus* » dans le BIOLOG. CENTRALBL.

Pour analyser le mouvement antimécaniciste et en mesurer exactement la portée, il faut examiner trois points :

D'abord, quelle est l'attitude des auteurs que nous venons de citer à l'endroit du système mécaniciste en lui-même ? Comment apprécient-ils les fondements et la justification actuelle de ce système ?

Ensuite, quelle est leur attitude vis-à-vis de l'interprétation opposée, celle de l'autonomie des processus vitaux ? Que pensent-ils de cette affirmation : toute explication physico-chimique de la vie est impossible, radicalement impossible ?

Enfin, quels sont les systèmes positifs proposés par les antimécanicistes pour rendre compte des phénomènes vitaux ? Sous quelle forme conçoivent-ils le principe fondamental d'activité qui appartient en propre aux êtres vivants ?

Nous allons répondre rapidement à ces trois questions.

I. Touchant le premier point, *les fondements de la thèse mécaniciste*, la réponse des savants dont nous parlons ici est unanime et catégorique.

Tous s'accordent d'abord à reconnaître que, si l'on est parvenu à déterminer certains facteurs physico-chimiques qui entrent en jeu dans tel ou tel phénomène vital, tels l'osmose, la pression osmotique, la tension superficielle, les forces d'adhésion et de cohésion ; si l'on a réussi à analyser les conditions physico-chimiques nécessaires ou du moins utiles pour l'accomplissement de certaines fonctions ; si même on a pu, dans les processus vitaux, dégager tel aspect qui, dans son mécanisme immédiat, relève de la physico-chimie, il n'en est pas moins vrai que, jusqu'ici, on n'a rendu compte par la combinaison des seules activités inorganiques d'aucun phénomène vital, considéré dans son ensemble, avec les caractères qui le distinguent de ce qui, de fait, s'observe dans le règne minéral, tels

que, par exemple, l'élaboration chlorophyllienne et la division du noyau.

Mais ces auteurs vont plus loin : tous protestent très vivement contre le caractère dogmatique du mécanicisme ; ils affirment hautement que rien ne justifie le point de vue mécaniciste, que rien n'autorise à penser qu'une explication de la vie soit possible à l'aide des seules forces et des seules lois de la matière non organisée. Le minimum que l'on doive dire d'après eux, c'est que, pour le moment, l'admission d'un principe vital ou plus généralement une hypothèse vitaliste est au moins aussi justifiée qu'une interprétation mécaniciste.

Ils font aussi bonne justice des comparaisons, des analogies, des identités même qu'une analyse superficielle a prétendu établir entre certains phénomènes inorganiques et les processus vitaux, dans l'espoir de combler l'abîme qui sépare ces deux ordres de faits. Vous savez combien on a abusé, en cette matière, de la comparaison avec les phénomènes cristallins. On s'est flatté de retrouver, dans le cristal, les processus de nutrition, d'accroissement, de reproduction et de régénération qui caractérisent l'être vivant. Mais ce ne sont là, dit Wolff, que de simples images. Lorsqu'un triton à qui une patte a été enlevée, reforme un nouveau membre, il faut reconnaître que cette régénération est un phénomène ordonné au bien, à l'utilité de tout l'animal. Il n'en est pas de même pour la réparation des brèches qui auraient été faites à un cristal. Les deux ordres de phénomènes, la régénération de la patte du triton et ce qu'on a voulu appeler la régénération du cristal, n'ont donc rien de commun et il vaudrait tout autant parler de la régénération d'un marécage, lorsque celui-ci, d'abord vidé de son eau, se trouve ensuite submergé à nouveau.

Toutes ces comparaisons, dit encore Driesch, ne reposent que sur des analogies apparentes. Le cristal, écrit-il, possède bien une forme spécifique, mais il ne représente

pas, comme l'organisme, la *combinaison* suivant un type spécifique, d'éléments *eux-mêmes spécifiquement différents* les uns des autres. L'organisme est donc tout autre chose qu'un cristal.

Nos auteurs font encore ressortir que tous les chefs d'explication escomptés par les mécanicistes sont insuffisants à résoudre jamais la question. Ils montrent que toutes les classes d'activités physico-chimiques ou toutes les combinaisons de ces activités dans lesquelles les mécanicistes pensent entrevoir la possibilité d'arriver un jour à la solution de l'énigme, ils montrent que, si même ces activités ont à intervenir dans les processus vitaux, du moins elles laissent intact le vrai problème. Un exemple : les mécanicistes font souvent appel aux actions des ferments solubles. Ostwald (1) veut qu'on se représente le fonctionnement vital comme un enchaînement de phénomènes enzymatiques, et il n'est pas jusqu'à la transmission héréditaire que Hofmeister (2) ne prétende pouvoir ramener à des phénomènes fermentatifs. Or, nos auteurs font remarquer d'abord que l'on ne connaît pas d'une façon certaine l'existence de ferments de synthèse, alors que de semblables ferments devraient être au premier rang dans la vie chimique de la plante. Ils ajoutent d'ailleurs que, même en admettant l'intervention des enzymes dans certains phénomènes vitaux, il demeurerait encore à expliquer la synthèse de ces enzymes elles-mêmes. Enfin, ils protestent contre cette étroitesse de conception qui confond la vie avec les processus chimiques qu'elle comporte.

II. Au sujet de la première question que nous avons posée plus haut, l'attitude des antimécanicistes est donc unanime et leur réponse est nette. Il n'en va pas tout à fait de même en ce qui concerne la seconde question, celle

(1) Cité d'après Neumeister.
(2) Hofmeister. *Die chemische Organisation der Zelle.*

de l'*autonomie des phénomènes vitaux*, question qui pourrait se formuler ainsi : y a-t-il dans les processus de la vie végétative quelque chose qui se dérobe absolument à toute interprétation physico-chimique, quelque chose qui est essentiellement au-dessus de toute interprétation de ce genre, quelle qu'elle soit et quelle qu'elle puisse être ? Tous nos auteurs n'apportent pas à cette question une réponse catégorique. Mais cela tient à ce que plusieurs n'ont pas envisagé avec assez de précision les conditions du problème. Si l'on veut en effet, à cette question de l'autonomie, donner une réponse définitive, il est nécessaire de se demander d'abord quelle serait la base *indispensable* de *toute* interprétation mécaniciste, c'est-à-dire quelle serait la conception de l'organisme en dehors de laquelle il n'y aurait pas d'interprétation mécaniciste possible. Une fois définie cette conception fondamentale indispensable, il restera à voir si elle n'est pas inconciliable avec certains aspects, avec certains caractères des manifestations vitales. Et si l'on démontre cette contradiction, cet antagonisme, on aura donc établi qu'*aucune* explication mécaniciste n'est possible, du moins pour certains phénomènes vitaux. — Or cette question de l'élément fondamental indispensable de toute interprétation mécaniciste, plusieurs auteurs ne l'ont pas abordée, et c'est ce qui explique leur attitude un peu indécise, un peu hésitante.

Nous allons le constater en passant en revue les différentes opinions et les considérations qui les appuient.

Dans sa fort intéressante brochure : *Mechanismus und Vitalismus*, Wolff se déclare vitaliste, mais en restreignant la portée de cette dénomination. Le mécaniciste, dit l'auteur, placé devant le fait de l'adaptation si appropriée et si minutieuse des organismes, *pose en thèse* qu'une interprétation physico-chimique en est possible. Le vitaliste au contraire, sans rejeter radicalement cette possibilité, se contente de ne pas la tenir pour démontrée et

constate que, jusqu'ici, rien n'autorise à l'admettre. Telle est la position de Wolff, position négative et pour ainsi dire expectante. Elle n'implique pas cependant que l'auteur reconnaisse à une interprétation mécaniciste le même droit de cité qu'à la thèse vitaliste. Il faut tenir compte en effet de la nature des considérations qui ont amené le distingué professeur de Bâle à adopter cette attitude : Wolff considère l'hypothèse ultrasélectionniste comme le seul essai complet qu'on ait tenté pour expliquer, par le seul jeu des activités physico-chimiques et sans recourir à un principe spécial d'activité, le fait de l'adaptation organique. Or, l'effort de Wolff va tout entier à montrer que cette explication ultrasélectionniste est essentiellement inadéquate. On le voit, ce mode d'argumentation ne pouvait justifier qu'une position négative. Il importe d'ailleurs d'ajouter que l'attitude de Wolff n'est pas, au fond, aussi indécise qu'il y paraît à première vue. L'auteur, quelque part, engage les mécanicistes à placer leur espoir dans la venue d'un nouveau Newton qui leur apporterait l'explication désirée. Or, à toute la façon de parler de l'auteur, il apparaît clairement que lui-même ne garde pas grande confiance dans l'éclosion de ce génie mécaniciste.

Johannès Reinke (1) est, à première lecture, plus catégorique que Wolff. Sans considérer la possibilité d'une explication physico-chimique comme définitivement exclue, il la tient cependant pour hautement invraisemblable.

Toutefois, lorsque nous analyserons les idées de l'auteur sur la nature de l'être vivant, nous rencontrerons certaines conceptions qui, dans les premiers ouvrages de Reinke du moins, restreignent assez notablement la portée de son antimécanicisme. L'auteur d'ailleurs ne s'appuie que sur des considérations générales, trop générales. Il en appelle à l'adaptation des êtres vivants, à la coordination des phénomènes d'ontogenèse, à la tendance vers un

(1) Fried. Reinke se rallie aux conclusions et aux conceptions de son frère.

but manifestée par les organismes. Ce sont là des sources d'argumentation, mais pour répondre avec plus de sûreté à la question de l'autonomie, l'auteur aurait dû disséquer davantage ces ordres de faits et analyser leurs relations avec les activités de la matière brute. Reinke avait cependant touché un des points qui, à notre avis, établissent l'autonomie de certains phénomènes vitaux. Il exprime quelque part cette idée que l'activité synthétique de la plante est analogue au travail du chimiste dans son laboratoire, mettant en œuvre d'une façon toute spéciale les affinités chimiques, de manière à leur faire produire des combinaisons qui ne se réalisent pas dans la matière brute laissée à elle-même. Cette idée, si elle avait été fouillée par l'auteur, s'il y avait découvert la marque de tendances absolument antagonistes manifestées, dans la synthèse chimique, par la matière brute et la matière vivante, cette idée eût conduit Reinke à reconnaître que les forces chimiques abandonnées à elles-mêmes seraient impuissantes à produire des synthèses organiques et elle l'eût amené ainsi à un plus franc vitalisme.

Nous ne pouvons que mentionner rapidement l'attitude des physiologistes vitalistes et celle de l'histologiste Schneider. Tous s'accordent à rejeter définitivement la possibilité d'une interprétation mécaniciste. Les premiers se fondent sur la considération de certains phénomènes relatifs à la nutrition, comme par exemple le choix que fait la muqueuse stomacale vis-à-vis des composés chimiques qui lui sont présentés. Schneider se fonde principalement sur l'insuffisance de toutes les hypothèses physico-chimiques proposées jusqu'à cette heure.

Je ne m'arrête pas davantage à ces auteurs qui mériteraient cependant une plus longue étude. Je veux réserver mon temps pour vous parler de l'effort le plus puissant

qui ait été fait en biologie contre le mécanicisme : je veux dire les travaux de Hans Driesch.

C'est ce biologiste qui a poussé le plus loin l'analyse de certains processus vitaux en recherchant en même temps les conditions indispensables de toute interprétation organiciste, et, parmi les savants dont nous parlons ici, c'est lui qui a donné au problème actuel la réponse vitaliste la plus franche, la plus complète, la plus cohérente.

Préparé par une série d'études ingénieuses et délicates sur l'embryologie expérimentale, Driesch aborda en 1893 l'étude du problème vital. Jusqu'alors, le savant professeur de Heidelberg était demeuré rallié à ce qu'il appelle le « dogme mécaniciste ». Il adopta, en 1893, et garda durant quelques années une position qui le séparait déjà du mécanicisme radical. Driesch ne quittait pas encore le terrain de l'organicisme, mais cependant il considérait le « machinisme » vital comme un facteur primitif, comme un élément « donné », se dérobant à une analyse ultérieure et incorporant pour ainsi dire une finalité. C'était, en un mot, l'organicisme du P. Carbonnelle (1).

En 1899, Driesch fait un grand pas. L'analyse pénétrante et subtile d'une catégorie de résultats fournis par l'Embryologie expérimentale le conduit à reconnaître l'insuffisance absolue de l'organicisme et il se prononce catégoriquement pour ce qu'il appelle l'*autonomie de certains phénomènes vitaux*. Je dis : de certains phénomènes vitaux, et cela est à noter, non pas au point de vue des idées de Driesch, mais au point de vue de sa méthode. C'est en effet *par étapes* que l'auteur prétend procéder dans l'étude du problème vital, en analysant, un par un, complètement et minutieusement, les phénomènes ou les groupes de phénomènes vitaux.

La catégorie de faits dont l'analyse a été le point de

(1) C'est surtout dans son article : *Die Maschinentheorie des Lebens* (1896) que H. Driesch précise son organicisme.

départ du vitalisme de Driesch comprend les phénomènes que l'auteur a caractérisés sous le nom de « localisation morphogénétique » ou, d'une façon plus analytique, sous le nom de « *différenciation des systèmes équipotentiels* ».

Vous connaissez tous, pour les avoir souvent admirées, ces étranges et gracieuses étoiles de mer que le flot rejette sur le sable de nos plages. L'embryon de cette espèce animale possède, à un moment de son développement, l'organisation suivante : deux feuillets cellulaires, emboîtés l'un dans l'autre, l'extérieur ayant la forme d'un ellipsoïde creux, l'intérieur constituant un cylindre également creux plongeant dans l'ellipsoïde. Cet ensemble s'appelle une *gastrula* (1). Au cours du développement ultérieur, le feuillet cylindrique, ou *feuillet endodermique*, se transforme en un *canal intestinal*, comprenant trois régions, séparées par un étranglement assez prononcé, une région antérieure, une région moyenne et une région postérieure.

Voici maintenant la série d'expériences que Driesch réalise à l'aide de la gastrula. Il la divise en deux parties par une section perpendiculaire à l'axe du feuillet cylindrique. Chose remarquable, chacun des deux fragments ressoude d'abord son tronçon endodermique avec son tronçon ectodermique, et reforme ainsi une gastrula de constitution normale, mais de dimensions réduites.

Ensuite, on voit chacune de ces gastrulas naines se développer en une larve d'organisation régulière, ne se distinguant des larves ordinaires que par sa taille moindre. Le cylindre endodermique entre autres se développe comme dans les cas normaux, en un canal intestinal comprenant trois régions.

Or, voici le point capital : le succès de cette expérience ne dépend pas du niveau où a été faite la section. Pourvu que chacun des deux fragments possède une certaine longueur minimale du cylindre endodermique, on peut faire

(1) Nous ne tenons pas compte ici des cellules mésenchymateuses.

passer la section par n'importe quel niveau ; toujours, chacun des deux fragments reproduira une larve complète.

Analysons ces données avec Driesch. Dans le développement normal de la gastrula, ce sont des portions bien déterminées du cylindre endodermique — le seul que nous considérerons ici — qui vont donner naissance aux trois régions du canal intestinal. De plus, dans chacune de ces régions, les différentes parties superposées proviendront de différents niveaux du cylindre endodermique.

Cela étant, considérons, dans une première expérience, le développement du fragment supérieur. Dans l'ontogenèse normale, ce fragment aurait par exemple produit la portion du canal intestinal qui comprend *la région antérieure et la région moyenne*. Maintenant, il va donner naissance à *tout* le canal. De plus, les divers niveaux de ce fragment, lesquels, dans le développement normal, auraient donné les différentes portions de la région antérieure et de la région moyenne du canal intestinal, vont donner maintenant les diverses portions de *tout* le canal. Il en résulte que le développement de *chacun* des niveaux du tronçon endodermique est différent de ce qu'il eût été dans le cas normal.

Considérons, en second lieu, le résultat d'une expérience dans laquelle le plan de section est différent de celui de la première expérience, et examinons encore les destinées du fragment supérieur. Dans les conditions normales, ce fragment eût donné, par exemple, la *région antérieure* seulement du canal intestinal. Il va produire maintenant *tout* le canal. Ses différents niveaux, qui, dans une embryogenèse régulière, eussent donné naissance aux différentes portions de la région antérieure vont donner naissance maintenant aux parties élémentaires des trois régions. Il en résulte que les différents niveaux du tronçon endodermique supérieur, dans ce second cas, possèdent un développement différent de celui qu'ils auraient parcouru, non seulement dans le cas normal, mais aussi dans la première expérience.

Le même raisonnement peut s'appliquer à toutes les expériences successives et, de plus, ce que nous disons du fragment supérieur doit s'entendre au même titre du fragment inférieur dans chacune des expériences.

On peut donc conclure que, pourvu que l'on conserve aux fragments de gastrula une longueur minimale, *chacune des parties* du cylindre endodermique peut devenir *n'importe quelle partie* du canal intestinal.

Empruntant à Aristote une dénomination, Driesch appelle du nom de *puissance* la capacité de développement qui est inhérente à chacune des parties élémentaires de la gastrula. D'après les expériences que nous venons de rappeler, on voit donc que toutes les parties du cylindre endodermique possèdent la même puissance et que, par conséquent, si nous considérons la gastrula comme un système, nous devons dire avec Driesch qu'elle constitue un *système équipotentiel*. Si l'on tient compte, de plus, que le développement de chacune des parties est, dans chaque cas, solidaire du développement des autres parties, en sorte que de l'évolution totale il résulte toujours une larve régulière, il faudra dire que la gastrula est non seulement un système équipotentiel, mais aussi un système harmonique-équipotentiel.

Telle est la première étape de l'argumentation de Driesch ; elle se rapporte à la définition et à l'établissement des systèmes équipotentiels. La seconde étape concerne maintenant la différenciation de ces systèmes, et c'est pour expliquer cette différenciation que Driesch se voit forcé de recourir à un principe d'activité différent essentiellement de ceux qui appartiennent à la matière inanimée.

Dans cette seconde partie de son argumentation, l'auteur commence par rechercher la condition indispensable de toute explication mécaniciste des phénomènes du développement ; il montre ensuite que cette condition essen-

tielle est contredite par les faits du développement expérimental.

Voici ces deux points du raisonnement de Driesch (1).

Dans le cas normal, il n'y aurait qu'un moyen d'expliquer le développement de l'embryon sur la base des seules forces physico-chimiques. Ce serait d'admettre que la différenciation de la gastrula est le résultat de la mise en œuvre d'une structure compliquée, d'un machinisme complexe existant dans l'embryon lui-même.

En effet, il s'agit de trouver, dans l'embryon, quelque chose qui puisse rendre compte de la formation, en différents points de la larve, de parties différentes rattachées les unes aux autres par des relations bien définies de situation dans l'espace. Or, si ce quelque chose qui détermine l'apparition de parties différentes est simplement physico-chimique, c'est-à-dire s'il est quelque chose d'*étendu*, et agissant *en tant qu'étendu*, il faut, pour qu'il puisse contenir en lui la raison du développement, qu'il soit lui-même composé de parties différentes, *offrant dans leur agencement une ébauche ou du moins la détermination de l'organisation future*. Il faut que ce quelque chose soit lui-même organisé, qu'il représente une structure, un machinisme.

C'est là la condition indispensable de toute explication mécaniciste.

C'est d'ailleurs, il faut le noter, par l'intervention d'un machinisme fort compliqué que Weismann, le mécaniciste le plus profond et le plus conséquent, a prétendu rendre compte du développement (1).

Une fois déterminée cette condition indispensable de toute hypothèse mécaniciste, Driesch montre maintenant qu'elle va à l'encontre des phénomènes vitaux qu'il a étudiés. En effet, si même cette explication du développe-

(1) Nous exposons toute l'argumentation de Driesch d'une façon un peu différente de celle qu'il emploie lui-même. Mais nous ne trahissons pas la pensée de l'auteur.

ment par l'intervention d'un machinisme pouvait s'appliquer aux faits du développement normal, en tous cas elle ne peut s'allier avec les faits de développement expérimental que nous avons rappelés plus haut. Et voici pourquoi. Il faudrait évidemment supposer dans la formation des larves naines une base de développement identique à celle qui sert de point de départ à la larve normale. Il faudrait placer, dans la gastrula réduite, le même machinisme que dans la gastrula normale. Par conséquent, et voici le point important, il faudrait que ce qui, dans la gastrula normale, ne constituerait qu'une partie de machine fût apte à devenir ou à fonctionner, dans la gastrula réduite, comme une machine complète ; il faudrait même que chacune des parties de la machine primitive, celle qui sert ou qui servirait à l'ontogenèse normale, pût devenir, dans les cas de régulation, n'importe quelle partie du machinisme qui devrait servir de point de départ aux larves de petite taille. Or, cela est évidemment contraire à tout concept de machine, qui implique un rôle bien défini et bien limité pour chacune des parties.

Puisque donc, d'une part, un machinisme compliqué pourrait seul expliquer le développement dans une hypothèse mécaniciste, puisque, d'autre part, le concept d'une machine, base du développement, ne s'accorde pas avec les faits du développement régulatif, il faut conclure que la différenciation des systèmes équipotentiels ne peut pas s'expliquer par les seules activités et les seules lois de la matière non organisée, mais qu'elle se fait par l'exercice d'activités et suivant des lois également propres aux êtres vivants.

Tel est l'argument de Driesch. Ce n'est pas le seul de l'auteur. Dans les publications nombreuses qu'il a consacrées à cette question depuis quelques années, le professeur

(1) Voir, entre autres, *Vorträge über die Descendenztheorie*. Jena, 1902 et 1904.

de Heidelberg ajoute à ce premier argument une série de preuves et d'indices nouveaux. Nous n'avons malheureusement pas le temps de nous y arrêter.

Driesch prend donc une position franchement antimécaniciste. Il déclare tout à fait impossible d'expliquer par les lois de la matière inanimée les phénomènes vitaux qu'il a étudiés et, à ce titre, il est nettement et décidément vitaliste (1).

Aux auteurs que nous venons de passer en revue, il faudrait encore ajouter une série de biologistes contemporains : Albrecht (2), Cossmann (3), Herbst (4), Rosenbach (5), Bohr (6), Heidenhain (7), Hertwig (8), Benedikt (9), qui tous se sont prononcés d'une façon plus ou moins explicite contre le mécanicisme, tel que nous l'avons défini ici (10).

C'est donc bien, comme vous le voyez, un véritable mouvement antimécaniciste qui se manifeste en Biologie. Faute d'analyse suffisante, il garde, chez quelques-uns de ses représentants, une certaine indécision. Néanmoins, tous les auteurs dont nous avons parlé — et parmi lesquels il serait injuste de ne pas placer Driesch au premier rang — admettent d'une façon plus ou moins explicite et définitive la thèse de l'autonomie des phénomènes vitaux.

(1) Dans son article du BIOLOGISCHES CENTRALBLATT, Moszkowsky se rallie complètement à cette conclusion de Driesch.

(2) E. Albrecht, *Vorfragen der Biologie*. Wiesbaden, 1899.

(3) P. Cossmann, *Empirische Teleologie*. Stuttgart, 1899.

(4) K. Herbst, *Formative Reize in der thierischen Ontogenese*. Leipzig, 1901.

(5) Cité d'après J. Reinke, *Der Neovitalismus*, etc.

(6) et (7) Cités d'après A. Dastre, *La Vie et la Mort*. Paris, 1901.

(8) O. Hertwig, *Die Entwickelung der Biologie im XIXen Jahrhundert*. Jena, 1901.

(9) M. Benedikt, *Das biomechanische (neo-vitalische) Denken in der Medizin und in der Biologie*. Jena, 1903.

(10) Il faudrait rappeler aussi les grands noms de C. Von Baer (*Reden und Abhandlungen*) et de Sachs (*Physiologische Notizen*).

III. S'il en est ainsi, si les activités inorganiques sont par elles-mêmes impuissantes à produire la vie végétative, il faut donc qu'il existe, dans les organismes, un ou plusieurs principes d'activité qui leur appartiennent en propre, à l'exclusion de la matière inanimée. C'est bien ce qu'admettent les antimécanicistes. Il nous reste à examiner quelles conceptions ils se sont faites à ce sujet.

Mais, vous le savez, on démolit plus aisément qu'on n'édifie. Il est parfois assez facile de dévoiler l'insuffisance provisoire ou même l'impuissance essentielle d'une interprétation ou de tout un genre d'interprétations. Il est plus ardu de donner soi-même au problème envisagé une solution précise et adéquate. Et cela est surtout vrai lorsqu'il s'agit d'une question aussi complexe que celle de la vie, dont l'étude touche à tant de points des sciences et de la philosophie. Il ne faut donc pas nous attendre à rencontrer d'emblée dans les essais positifs des néovitalistes une solution entièrement satisfaisante. C'est Driesch, ici encore, qui nous retiendra le plus longtemps.

Avant de passer à vous exposer rapidement les différentes conceptions que se sont faites les antimécanicistes touchant la nature du principe d'activité vitale, il est nécessaire de remonter un instant le cours des siècles, pour aller demander au plus grand philosophe de l'antiquité, à Aristote, sa réponse au problème de la vie. Si ce rappel du système aristotélicien a paru nécessaire dans une conférence où il n'est question que de biologistes du XXe siècle, c'est d'abord que le plus pénétrant et le plus érudit de ces biologistes n'hésite pas à se réclamer du patronage d'Aristote : « Ce que nous savons de mieux et de plus précieux sur la vie, écrit Hans Driesch, tout cela était déjà pressenti par ce grand Hellène (1). » De plus — et ceci importe davantage — nous avons la conviction

(1) Driesch, *Die organischen Regulationen*.

que, seul, un retour plus complet et plus décidé à la philosophie d'Aristote permettra aux néovitalistes de sortir des obscurités où leur pensée tâtonne maintenant, en se perdant dans des sentiers de traverse. Nous dirons franchement notre avis : il est certainement possible d'établir la thèse de l'autonomie vitale, c'est-à-dire de démontrer l'insuffisance radicale du mécanicisme, sans recourir aux théories d'Aristote ; mais nous estimons qu'en dehors du système aristotélicien, il n'y a pas de vitalisme acceptable, parce que, en dehors de ce système, il n'y a pas de conception vraie du *principe vital* : il n'y en a pas qui sauvegarde l'indispensable unité du corps vivant ; il n'y en a pas qui ne soit sujette à d'insurmontables difficultés.

D'après Aristote, suivi en cela par les grands docteurs de la Scolastique, tout être corporel est essentiellement constitué de deux principes substantiels, incomplets l'un et l'autre dans l'ordre de substance et se complétant l'un par l'autre, la *matière première* et l'*entéléchie*. Le premier de ces principes, la matière première, c'est l'élément commun à tous les êtres corporels, qui de lui-même ne possède aucune détermination substantielle, mais qui est apte, en recevant l'entéléchie, à devenir une nature corporelle déterminée. C'est donc un élément de lui-même indéterminé mais déterminable. Le second principe, l'entéléchie, appelée surtout par les scolastiques « forme substantielle », est au contraire un principe déterminant ; sa causalité propre est de déterminer la matière première à une nature spécifique. De l'union des deux principes résulte une substance complète, un *corps* d'une nature donnée. Mais il faut bien comprendre que cette union n'est pas en quelque sorte une addition. Un corps n'est pas de la matière première *plus* une forme substantielle : le corps est constitué par une *matière déterminée*, mais, dans cette matière déterminée, la détermination, la perfection spécifique provient de l'entéléchie.

Cette conception, Aristote l'applique à tous les êtres cor-

porels, vivants et non vivants. Le principe vital, c'est-à-dire l'âme des plantes, l'âme des animaux, l'âme de l'homme lui-même, n'est donc pas autre chose qu'une entéléchie (1).

Dans cette conception, l'entéléchie est avant tout un *principe d'être* : c'est d'elle que dérive, dans le composé substantiel, la perfection propre de l'espèce. Elle est en même temps *principe fondamental d'activité* : c'est d'elle que les corps tiennent les différentes activités particulières qu'ils manifestent.

Pour saisir la portée précise du système aristotélicien et, croyons-nous, pour aboutir à une conception vraie du principe vital, il importe d'insister sur ce que nous venons de dire, que l'entéléchie n'est qu'un *principe* d'être et un *principe* d'activité. Si l'on veut parler avec rigueur, il faut dire que ni la matière première ni la forme substantielle ne sont par elles-mêmes des êtres. L'être, ce qui est, c'est le composé substantiel. De même ce qui agit — en faisant exception pour les opérations d'ordre intellectuel de l'âme humaine — ce qui agit, ce n'est ni la matière première ni l'entéléchie, mais le composé. On ne peut pas dire que l'entéléchie agisse sur la matière ni dans la matière ni par la matière ni à l'aide de la matière. Ce qui agit, c'est la *matière déterminée* ou, si vous voulez, formée par l'entéléchie, *c'est-à-dire le corps*, et celui-ci est rendu capable d'agir par l'entéléchie qui est, en lui, le principe déterminant.

Ainsi, dans les corps vivants — et voici en vue de quoi je me suis autorisé à vous imposer cette digression philosophique, malheureusement trop fragmentaire — ainsi, dans les êtres vivants, on ne peut pas dire que l'âme ou l'entéléchie agisse sur la matière, qu'elle agisse à l'aide des forces physico-chimiques, qu'elle agisse sur ces forces ou qu'elle les dirige. Il faut dire que ce corps,

(1) C'est pourquoi nous nous gardons bien d'employer l'expression « *force* vitale » pour désigner le « *principe* vital ».

qui est animé par l'âme, possède les mêmes puissances actives que les corps bruts, ce que nous appelons les forces physico-chimiques, mais que, étant informé par l'âme, il déploie ces activités physico-chimiques d'une façon différente de ce que nous observons dans la nature inanimée.

Vous voyez que, dans le système aristotélicien, le principe vital, l'âme, n'est en rien comparable à un pilote dirigeant un navire. Et on ne peut pas se la représenter comme une majesté trônant à l'écart dans le corps vivant et dirigeant, par un commandement magique, tous les mouvements de ce dernier. L'âme est un *élément constitutif du corps vivant ;* elle le constitue corps vivant. Et, à vrai dire, il n'y a pas à distinguer, dans l'organisme, quelque chose de dirigé et quelque chose de dirigeant. Il y a un être agissant d'une façon ordonnée et rendu capable de le faire par l'entéléchie qui est son âme.

Nous pouvons revenir maintenant aux antimécanicistes; nous ramènerons à trois catégories les essais d'interprétation néovitaliste : la conception des *dominantes* de Reinke, l'introduction de *facteurs psychiques* supérieurs, ainsi que cela a été admis par plusieurs auteurs ; enfin et surtout le système de l'*entéléchie* de Driesch.

L'interprétation de Reinke a subi des changements et des améliorations au cours des travaux assez nombreux que l'auteur a consacrés à la question présente. Dans ses publications antérieures à son discours du Congrès de Genève, en septembre 1904, Reinke ne semble pas se dégager d'un organicisme finaliste. Le point de départ de son système se trouve dans la comparaison entre l'organisme et une machine construite par l'homme. Dans une machine, dit-il, on peut distinguer deux sortes de forces : d'abord les forces physico-chimiques des éléments matériels qui entrent dans la composition de la machine, ensuite d'autres forces, supérieures aux premières, prenant

le rang de forces de second ordre, et dont l'intervention consiste à régler et à diriger les activités physico-chimiques de manière à leur faire atteindre le but auquel la machine est destinée. Ces forces de seconde majesté, l'auteur les appelle des *dominantes*. Cette notion de dominantes, on le devine et c'est la pensée de l'auteur, ne représente, dans le cas de la machine, pas autre chose que la disposition des parties dans cette dernière, la configuration de la machine ainsi que s'exprime Reinke.

Dans les êtres vivants, l'auteur distingue aussi, d'abord les forces physico-chimiques, et ensuite des dominantes, régulatrices et directrices des premières. Il reconnaît deux sortes de dominantes : les *dominantes de travail*, dont l'influence est de diriger le fonctionnement de l'organisme constitué ; ensuite les *dominantes de développement*, ayant pour rôle d'orienter et de coordonner la formation ontogénétique de l'organisme. Seulement, ici encore, l'auteur s'attache à montrer que ces deux sortes de dominantes non seulement reposent sur l'organisation, sur la configuration de l'être vivant, mais même qu'elles ne constituent que des symboles destinés à exprimer l'intervention propre de la structure dans le fonctionnement et le développement de l'organisme. Nous sommes donc bien en plein organicisme et, quoi que l'auteur en ait pensé, en plein mécanicisme. Il faut toutefois reconnaître qu'il y a, dans l'organicisme de Reinke, un trait qui le distingue de beaucoup de systèmes se rattachant à la même étiquette, c'est que, pour l'auteur, de même qu'une machine construite par l'homme, ainsi la machine organique est empreinte de finalité et trahit l'intervention d'une intelligence créatrice.

En 1904, Reinke corrige sa façon de voir et commence à se libérer de la solution trop étroite de l'organicisme. Il réserve aux organismes seuls la notion de dominantes et cela de la façon suivante. Dans les machines, il distingue maintenant, outre les forces physico-chimiques, ce qu'il appelle des *forces de système*, symbolisant par là

l'intervention de la configuration de la machine dans le fonctionnement de cette dernière.

Dans les organismes, il applique maintenant le nom de forces de système à ce qu'il appelait autrefois les dominantes de travail et il réserve le nom de dominantes à ce qu'il appelait auparavant les dominantes de développement. Or, voici où est le progrès. Tandis qu'avant son discours de Genève, Reinke faisait rentrer dans la notion de structure ses deux sortes de dominantes, en 1904, au contraire, ce n'est plus que pour les forces de système qu'il admet cette assimilation ; les dominantes véritables, celles qu'il appelait auparavant les dominantes de développement, Reinke tient maintenant qu'elles n'ont pas de correspondant dans les machines et qu'elles placent l'organisme bien au-dessus de ces dernières. Pour leur trouver une analogie, il faut les comparer à l'activité intelligente et à l'habileté technique de l'homme dans la construction des machines elles-mêmes. Ajoutons enfin que l'auteur admet l'existence d'une dominante générale à laquelle seraient, pour ainsi dire, subordonnées les dominantes particulières.

C'est tout ce que Reinke dit de ses facteurs vitaux, mais cela suffit pour constater qu'il se rapproche maintenant de la notion d'un vrai principe vital, constituant un réel principe d'activité, qu'il ne faut pas confondre avec la disposition des parties et qui rend compte de la coordination dans le développement ontogénétique.

Néanmoins la voie dans laquelle l'auteur est engagé nous paraît bien inféconde. D'abord, Reinke semble concevoir le principe vital, sa dominante générale, comme distincte et isolée pour ainsi dire de l'organisation, comme siégeant à part dans l'organisme qui se constitue. De plus, l'auteur a tort de restreindre son vitalisme aux seuls phénomènes de l'ontogenèse.

Nous venons de voir que Reinke, dans ses premiers essais, était demeuré en deçà de la vérité. Certains bio-

logistes, au contraire, dépassent, pour ainsi dire, la vérité. Ils élèvent très haute la barrière entre le monde inorganique et le monde vivant, mais ils tendent à supprimer les frontières entre le monde végétal et le monde animal, entre la vie végétative et la vie sensitive.

D'après Neumeister, il est impossible d'expliquer le choix que fait l'estomac parmi les aliments sans admettre que le protoplasme possède la faculté de percevoir certains besoins, en même temps que la faculté de discerner, parmi des corps chimiques, des différences de qualité et de quantité. L'auteur ne précise pas ce qu'il entend par cette perception et ce discernement. Il est clair toutefois, d'après certains traits, qu'il les considère comme un degré inférieur des facultés psychiques animales.

D'autre part, l'histologiste Schneider admet que la matière vivante est composée d'un ensemble de granules, de corpuscules, dont chacun est à son tour un édifice de molécules très complexes, appartenant exclusivement à la matière vivante et que l'auteur appelle *biomolécules*. D'après Schneider, tous les phénomènes vitaux supposent, dans ces molécules, un état d'irritabilité qui ne peut s'expliquer ni physiquement ni chimiquement, mais qui doit reposer sur une *énergie spéciale* inhérente à chaque biomolécule. Cette énergie a pour rôle de percevoir les excitations venues d'autres biomolécules et de les transmettre à des biomolécules voisines. Schneider considère cette activité des biomolécules comme une activité psychique. Il leur attribue une perception cognitive rudimentaire ainsi qu'un sentiment, une volonté, une conscience élémentaires.

Considérées en elles-mêmes, ces conceptions n'offrent qu'un intérêt assez médiocre. D'abord, par une confusion tout aussi déplorable que celle du mécanicisme, elles emmêlent les différents degrés de vie. Ensuite, en expliquant les phénomènes vitaux par des propriétés ou des énergies attachées aux cellules isolées ou même aux molécules chimiques, elles négligent le côté le plus important du problème, la coordination des activités vitales.

Mais, à un autre point de vue, ces tentatives de Neumeister et de Schneider sont fort instructives. Elles constituent des symptômes significatifs de ce qu'on pourrait appeler l'état d'âme de ces savants. Elles montrent d'abord combien est vive chez eux la réaction contre le mécanicisme. De plus et surtout, elles trahissent la lacune que fait dans ces esprits l'ignorance du système aristotélicien. A la lecture de Neumeister et de Schneider, on éprouve très vive l'impression qu'il y a dans ces esprits une sorte d'appel vers l'aristotélisme. Je n'en veux donner qu'un indice. Schneider se refuse à admettre un principe vital unique, parce que, dit-il, l'activité vitale doit avoir son siège dans chacune des parties agissantes et ne peut pas se concevoir comme flottant, pour ainsi parler, dans tout l'organisme et se transportant dans les divers organes où son intervention est requise. C'est pour ce motif qu'il recourt à des énergies vitales biomoléculaires, au risque de laisser sans réponse le problème fondamental de l'unité dans l'être vivant.

Il est clair que cette objection de Schneider n'atteint pas la conception aristotélicienne, d'après laquelle le principe vital n'est pas quelque chose de surajouté au corps, mais est, au contraire, un élément substantiel constitutif du corps vivant lui-même, d'après laquelle par conséquent il n'y a pas à s'enquérir du siège de ce principe. On voit ainsi que l'aristotélisme eût sauvegardé Schneider contre sa fâcheuse fragmentation du principe vital.

Nous arrivons enfin au système de Hans Driesch qui prétend emprunter à la théorie aristotélicienne ses conceptions fondamentales ; c'est, en effet, au traité *de Anima* que Driesch renvoie son lecteur.

Dans un langage un peu spécial, le très distingué professeur de Heidelberg définit le principe vital comme une « complexité intensive », et voici ce qu'il veut signifier par là : ce *quelque chose* qui est la raison dernière du

développement et d'où dépend la différenciation proportionnelle des systèmes équipotentiels, ne comporte pas des parties étendues, ordonnées dans l'espace, mais c'est un principe d'activité ; quelque chose par conséquent non de *quantitatif*, mais de *qualitatif* ; quelque chose non d'*extensif*, mais d'*intensif* et présentant toutefois des virtualités complexes. Ce principe d'activité, Driesch, empruntant le mot d'Aristote, l'appelle l'entéléchie ou l'âme des êtres vivants. Il le compare aux constantes de la physique et de la chimie, c'est-à-dire aux facteurs déterminants spécifiques des phénomènes inorganiques, mais c'est une constante d'un ordre tout à fait supérieur. C'est le principe de l'individualité des organismes et par là l'auteur veut certainement signifier le principe de l'unité des êtres vivants. C'est aussi la cause de leur spécificité.

On voit d'après cela que le système de Driesch constitue un intéressant essai de retour aux conceptions philosophiques d'Aristote, dans le monde des biologistes. Ce principe fondamental d'activité qui est en même temps principe de spécificité et d'unité présente bien des traits de l'entéléchie d'Aristote. Et cependant, il est un point capital sur lequel Driesch n'a pas saisi toute la portée de la théorie du Philosophe et qui arrête le biologiste de Heidelberg devant certaines difficultés. Driesch, en effet, ne conçoit pas encore l'entéléchie comme un principe substantiel déterminant, comme un principe essentiellement constitutif du *corps* vivant lui-même. Et c'est ce qui fait qu'il pose et laisse sans réponse des questions comme celles-ci : quel est le siège de l'entéléchie ? Quels sont ses rapports avec la matière ? Comment agit-elle sur celle-ci ? D'où viennent les entéléchies nouvelles ? Que deviennent-elles à la mort ? Driesch ne trouvera la réponse à ces questions qu'en adoptant plus complètement la théorie péripatéticienne.

Vous voyez que ces essais des antimécanicistes sont encore bien incertains ; celui de Driesch, de loin le plus

intéressant, demeure, jusqu'ici, assez incomplet, et c'est la théorie péripatéticienne qui, seule, pourra lever toutes les difficultés et apporter la solution adéquate et définitive.

J'aurais voulu, pour vous donner une idée plus complète du mouvement antimécaniciste, analyser la position actuelle, à l'endroit du problème de la vie, des biologistes qui ne prennent pas rang dans ce mouvement. J'aurais voulu vous montrer que plusieurs d'entre eux, quoi qu'ils en disent, sont antimécanicistes ou même vitalistes. Nous aurions ensuite interrogé ceux qui sont nettement mécanicistes, nous aurions recueilli leurs aveux, marqué les illusions qu'ils ont perdues, les espoirs qu'ils conservent ; nous aurions analysé les fondements actuels de leur attitude et constaté qu'elle ne s'appuie que sur des inexactitudes de mot, des confusions d'idée et surtout des difficultés d'imagination. Mais cet examen eût encore allongé considérablement cette conférence déjà trop longue et que je me hâte de conclure en posant la question qui s'est certainement présentée à vos esprits : que faut-il attendre de ce mouvement antimécaniciste ; se maintiendra-t-il, s'accentuera-t-il, se précisera-t-il ?

Nous avons la ferme conviction qu'il en sera ainsi, et voici nos motifs d'espérer. Le règne ou plutôt la domination tyrannique du mécanicisme a certainement pris fin dès maintenant ; l'interprétation vitaliste, même pour ses adversaires, est remise au moins sur le rang d'une hypothèse à discuter et on ne se contente plus de la rejeter sans examen. D'autre part, les essais d'explication physico-chimique, bien que se multipliant sans cesse, ne parviennent guère à rallier d'autres adhérents que leurs auteurs eux-mêmes. Chez beaucoup de mécanicistes sérieux, il se manifeste une sorte de sentiment d'impuissance devant la complexité du problème et l'insuffisance des solutions proposées. Plusieurs d'entre eux, même,

font intervenir certains facteurs qui se rapprochent singulièrement d'un principe vital non avoué.

Seulement, pour que cette étude renouvelée du problème actuel aboutisse à un vitalisme solide, qui puisse prétendre à rallier les esprits, il est absolument nécessaire de dissiper les malentendus, les confusions, les ignorances qui enveloppent, pour ainsi dire, ce fameux principe vital ; il est indispensable de revenir à une conception plus juste et plus philosophique de ce principe et il faut, pour cela, reprendre les idées d'Aristote.

Si cette condition se réalise, ou plutôt si elle achève de se réaliser, nous avons la confiance que le mouvement antimécaniciste et vitaliste s'élargira, s'accentuera et s'affirmera de plus en plus. Ce sera, nous le répétons, un des événements les plus considérables pour l'histoire des Sciences et de la Philosophie au XXe siècle.

VICTOR GRÉGOIRE.

LE

MONASTÈRE DE SAINT-THOMAS

ET SES SERRES CHAUDES AU PIED DU GLACIER DE L'ILE DE JAN-MAYEN

d'après la Relation des Zeno confirmée par " la Pérégrination de Saint Brendan " et des documents anciens et modernes

---

Au commencement de l'ère moderne, tandis que les explorations des Portugais, des Espagnols et des Italiens étaient qualifiées de *découvertes* (1), en latin (2), en allemand (3), en espagnol (4), en français (5), en anglais (6), en portugais (7), — les cosmographes et éditeurs italiens, dont les compatriotes avaient pourtant plus fait que les navigateurs des autres nations, parlaient plus modestement de *pays retrouvés* (8), comme pour indiquer (9) que ces

(1) H. Ternaux, *Bibliothèque américaine.* Paris, 1837, in-8°, n°s 1, 4, 7, 8, 15, 17, 24, 25, 31, 37, 45, 52, 76, 89, 97, 109, 110, 125, 130, 151.

(2) *Insulæ nuper inventæ* ou *repertæ ; novi orbis inventio.*

(3) *Insulen und landen erfunden.*

(4) *Provincias y tierras que se han nuevamente descubierto ; Descubrimiento del Peru.*

(5) *Pays et isles nouvellement trouvés.*

(6) *Discovery of Terra Florida, of America.*

(7) *Descobrimento de Florida.*

(8) *Paesi novamente retrovati* (Ternaux, *op. cit.*, n°s 11, 21, 25, 42, 94).

(9) Contrairement à ce qu'affirmait Grynæus *(regiones et insulæ* veteribus *incognitæ.* — Ternaux, *op. cit.*, n° 38) et d'autres *(ibid.*, n°s 44, 45, 106). — Mathurin du Redouet s'exprimait avec plus de justesse : *pays nouvellement trouvés auparavant* à nous *incognus (Ibid.*, n° 17).

contrées avaient pu être connues des anciens. Quelques-unes, en effet, l'avaient été et l'on a pu constater de nos jours que de modestes pêcheurs et de pauvres sauvages avaient précédé de célèbres explorateurs ; les uns pour un médiocre gain traversaient annuellement des parties inexplorées de l'océan glacial ; les autres pour quelques poignées de sel faisaient sans cesse, dans les déserts de l'Afrique, des trajets qui, répétés, même une seule fois et dans de meilleures conditions, par des voyageurs plus favorisés, ont été vantés comme des travaux d'Hercule.

Maintes découvertes que les anciens ont faites, avec des embarcations bien inférieures à nos trois-mâts et à nos vapeurs, passent inaperçues, ou sont même regardées comme fabuleuses, parce que l'on ne sait pas à quoi correspondent certaines îles ou contrées décrites depuis longtemps avec une précision qui témoigne d'observations faites sur les lieux. Tel est le cas, nous semble-t-il, pour les passages suivants de la *Peregrinatio* de Brenainn Mac-Finloga, plus connu sous le nom latinisé de Brendan ou Brandan, laquelle, sans être l'œuvre de ce saint irlandais du VIe siècle, n'est pas moins fort ancienne, la rédaction latine se trouvant déjà dans un manuscrit du IXe siècle. Mais avant de donner des extraits de la *Peregrinatio*, il convient de déterminer approximativement, si c'est possible, la situation de l'une des îles que visita saint Brendan, la seule qui nous occupe aujourd'hui. Son embarcation, poussée par un bon vent du midi, ne l'atteignit qu'au bout de huit jours, après être partie d'un endroit de l'Océan Atlantique où le soleil luisait encore après neuf heures du soir (1) ; c'est-à-dire qu'elle se trouvait à la

(1) Semper umbram solis et calorem poterant sentire usque ultra horam nonam (*La Légende latine de saint Brandaines*, publiée par A. Jubinal. Paris, 1836, in-8°, p. 39 ; Cfr. p. 92. — *Die altfranzösische Prosaübersetzung von Brendans Meerfahrt*, par le prof. Dr Carl Wahlund. Upsala, 1900, in-8°, pp. 74, 75, 174, 175 (dans la collect. de *Skrifter utgifna af K. Humanistiska Vetenskaps-Samfundet i Upsala*, t. IV, fasc. 3).

latitude de 60° environ (1), ou en d'autres termes à la hauteur des Shetlands, si c'était le jour le plus long ; mais s'il s'agit d'un jour plus court, il faut monter à un parallèle plus élevé ; ce que l'on fera volontiers, si l'on veut regarder (2) comme un colossal *iceberg* la gigantesque colonne transparente (3) que saint Brendan venait d'observer au milieu de la mer ; dans cette supposition, les navigateurs auraient alors été à l'est de l'Islande, non à l'ouest, où les glaces flottantes ne leur auraient pas permis de s'avancer, pendant huit jours par un bon vent, dans la direction du nord (4). Mais, quelque interprétation que l'on admette, la durée du trajet favorisé par le vent nous force de placer au nord de l'Islande les volcans dont il va être question.

« Un vent favorable, est-il dit dans la *Peregrinatio*, se mit à souffler dans les voiles déployées (5), de sorte que les frères n'eurent pas besoin de nager, mais seulement de tenir les cordages et le gouvernail ; ils furent poussés vers le nord pendant huit jours (6), au bout des-

(1) Avec des moyens fort simples les anciens avaient déterminé la durée du jour sous les diverses latitudes. Ils savaient, par exemple, que le plus long était de dix-sept heures dans la Grande-Bretagne (Martianus Capella. L. IV, édit. par Fr. Eyssenhardt. Leipzig, 1866, in-18, p. 201) ; — Cfr. K. Ahlenius, *Olaus Magnus*. Upsala, 1895, in-8°, p. 69 — et, sans posséder nos *Tables de correction pour déduire des levers et couchers du soleil à Paris les levers et couchers dans un lieu compris entre 33° et 60° de latitude boréale* (par ex. pp. 103-108 de l'*Annuaire pour l'an 1883 publié par le Bureau des longitudes)*, Fr. Lopez de Gomara pouvait écrire au milieu du XVe siècle, « Es cierto que á sesenta grados son los dias de diez y ocho horas ». *(Historia general de las Indias*, dans le t. 1, p. 178 *de Historiadores primitivos de Indias*, publ. par Enr. de Vedia. Madrid, 1892, gr. in-8°).

(2) Wahlund, *op. cit.*, p. 253.

(3) Apparuit illis columna in mari... altior aere,... de cristallo clarissimo erat (Edit. Jubinal, pp. 38, 39 ; Cfr. pp. 91, 145, 146) ; — *Les Voyages merveilleux de saint Brandan à la recherche du Paradis terrestre, légende en vers du XIIe siècle*, publ. par Francisque Michel. Paris, 1878, in-12, p. 52 ; — Edit. Wahlund, pp. 72-75, 172-175.

(4) Ed. Jubinal, pp. 40, 147.

(5) Extensis autem velis cepit prosper ventus post illos flare (*ibid.*, pp. 40, 147).

(6) Ferebantur per octo dies contra Aquilonem *(ibid.*, p. 40). — La traduc-

quels ils virent une île très sauvage, couverte de rochers et de scories, sans plantes ni arbres, mais pleine d'ateliers de forgerons [cratères]... S'étant avancés un peu, comme à un jet de pierre, ils entendirent le bruit des soufflets semblable au tonnerre et les coups de marteaux s'abattant sur le fer et les enclumes [grondement des volcans]... Un des insulaires, très velu, horrible, flamboyant et ténébreux,... courut au rivage avec des tenailles aux mains et une énorme masse de scories effervescentes (1), qu'il lança de suite sur les serviteurs du Christ, sans leur faire de mal, parce qu'ils étaient munis de l'étendard de la croix ; elles les dépassèrent d'un stade et, à l'endroit où elles tombèrent, l'eau devint chaude comme des charbons ardents, et il s'y éleva de la fumée comme d'un brasier. Lorsque l'homme de Dieu se fut éloigné à la distance d'un mille, tous les insulaires coururent ensemble vers le rivage, portant chacun une masse de scories qu'ils jetaient soit en mer sur les serviteurs de Dieu, soit l'un sur l'autre. Après quoi, retournant à leurs ateliers, ils les incendièrent (2), et l'île apparut comme un seul globe totalement embrasé ; la mer était en ébullition comme une marmite pleine de viandes (3) quand elle est bien entourée de

tion en vieux français porte *III jors (ibid.*, p. 147). L'omission de V avant III est sans doute une faute de copiste, puisque les autres traductions françaises portent bien VIII (Édit. Wahlund, pp. 75, 177).

(1) Dans cette description allégorique on peut reconnaître les Esquimaux ou Kareli infidèles, qui, dans l'extrême Nord, sont placés, du côté de l'Est, jusqu'à la méridienne des Færœs (c'est-à-dire dans l'île de Jan-Mayen), aussi bien par la carte de Claudius Clavus que par la relation des Zeno. Vêtus de peaux de phoques, ces chasseurs d'amphibies, tantôt éclairés par les flammes du Beerenberg ou des volcans du voisinage, tantôt plongés dans les ténèbres et les brumes épaisses de l'océan Boréal, pouvaient bien passer, aux yeux des païens, pour des compagnons de Vulcain, et, aux yeux des chrétiens, pour des démons activant le feu de l'enfer.

(2) On ne peut mieux et plus brièvement décrire les effets d'une soudaine éruption volcanique, pendant laquelle tombent pêle-mêle dans toutes les directions les matières ignées vomies par le cratère, qui à son tour finit par s'écrouler dans la fournaise.

(3) L'édition de Jubinal porte (p. 41) : « Cacabus plenus carbonibus » (vase plein de braise ou brasero), ce qui avec le contexte n'offrirait pas grand sens.

flammes. Les moines entendirent toute la journée un grand hurlement ; les oreilles leur cornaient même après qu'ils eurent cessé de voir l'île et ils sentaient une grande puanteur. Saint Brendan réconforta ses frères en leur disant : « O soldats du Christ, que la foi sincère et les armes spirituelles vous réconfortent, car nous sommes presque aux confins de l'Enfer. Veillez donc et agissez virilement ! » Le lendemain, ils virent à peu de distance vers le nord un grand mont s'élevant très haut dans l'océan, mais comme entre de légères nues ; le sommet fumait beaucoup. Aussitôt, dans une course très rapide, le vent les porta vers le rivage de cette île, jusqu'à ce que l'embarcation s'arrêtât près de la terre. La côte était tellement haute que l'on pouvait à peine en distinguer le sommet ; elle avait la couleur du charbon et l'aspect d'un mur merveilleusement d'aplomb... Emportés par un bon vent qui les mena vers le midi, ils virent, en regardant derrière eux, ce mont découvert au sommet et vomissant vers le ciel des flammes qui, retombant sur elles-mêmes, faisaient ressembler le mont jusqu'à la mer à un unique bûcher. Après cette terrible vision, ils naviguèrent vers le midi pendant sept jours » (1).

Ils rencontrèrent alors en pleine mer un rocher à fleur d'eau sur lequel Judas était assis en punition de son crime. —Le point peut être déterminé approximativement d'après les données que nous possédons. Lorsque l'embarcation fit voile pour le glacier boréal, elle se trouvait vers le

Nous préférons les leçons d'autres manuscrits, où on lit : « Carnibus », ce qui est plus conforme aux traductions françaises : « Plein de chars » (Jubinal, p. 94 ; — Wahlund, pp. 78 et 79).

(1) *La Légende lat. de saint Brandaines*, édit. Jubinal, pp. 40-43. — (Cfr. pp. 92-95 ; 147-150 ; — Édit. Wahlund, pp. 76-81, 176-181 ; — Édition de Fr. Michel, pp. 55-59). Cette dernière n'est qu'une imitation fort libre par un versificateur qui ne se pique pas d'exactitude. — C'est également le cas pour la *Vie de Brenainn* en gaélique, publiée avec traduction anglaise dans les *Anecdota Oxoniensia* : part V, *Lives of Saints from the Book of Lismore*, édit. par Whitley Stokes. Oxford, 1890, pet. in-4°. Elle n'est pas moins légendaire que la *Peregrinatio*, et ne contient rien qui nous concerne.

60e parallèle, puisque le soleil ne s'y couchait qu'après neuf heures ; elle mit huit jours, avec un vent favorable, pour faire ce trajet de plus de 1 100 kilomètres, et sept, avec une pareille vitesse, pour revenir vers le midi, jusqu'au rocher dit de Judas ; celui-ci, n'étant qu'à un jour de navigation au nord du point de départ, doit correspondre à un des écueils situés au sud-ouest de l'archipel des Færœs. En continuant pendant trois jours dans la même direction méridionale, les navigateurs arrivèrent (toujours, d'après le même calcul, à raison d'environ 140 kilomètres par jour) à un pic situé à près de 300 kilom. au sud du 60e parallèle, ou à 1400 kilom. au sud du glacier boréal, c'est-à-dire vers 57° 35′ de lat. N. Là s'élève, au milieu de l'océan, à 400 ou 500 kilom. des îles les plus rapprochées, le cône abrupt de Rockall, auquel se rapporte assez bien la description de la *Légende* : « Trois jours après [avoir quitté l'écueil de Judas] ils virent un îlot auquel ils ne purent avoir accès à cause de la hauteur de la côte ; petit et fort rond d'un stade (1) environ, il n'avait pas de terre au sommet, mais seulement le roc nu d'aspect siliceux (2). La hauteur et la longueur étaient égales. En en faisant le tour, ils trouvèrent un port si étroit qu'à peine la proue y pouvait tenir. L'ascension était très difficile. (3) » Là vivait l'ermite Paul.

Les mesures ont été supprimées, totalement ou en partie, dans les imitations en vers, dont les auteurs paraissent

(1) Le moins long avait une centaine de mètres ; le plus grand dépassait le double ; on ne peut dire s'il s'agit ici d'un stade moyen, soit 185 mètres. Le vague de la donnée s'explique par la difficulté qu'il y aurait eu à mesurer un pic peu accessible dans une mer orageuse. Ce n'est qu'une approximation, et, si elle diffère notablement des circonstances actuelles, il ne faut pas perdre de vue que, si Rockall n'a plus qu'une centaine de mètres de tour, c'est peut-être par suite d'érosions, qui ont pu se produire dans le cours de dix à douze siècles.

(2) L'édit. de Jubinal porte (p. 46) : « Tantum nuda petra in modum apparebat » ; celle de Wahlund ajoute après *modum* le mot *silicis* qui est indispensable pour compléter la phrase (pp. 88, 188).

(3) Jubinal et Wahlund, pages citées.

avoir eu plutôt en vue d'édifier ou d'amuser que d'instruire. Tout au contraire, le soin avec lequel le rédacteur de la *Peregrinatio* précise la durée du trajet pour aller au volcan boréal et en revenir jusqu'à l'écueil de Judas, puis au rocher de l'ermite Paul, dénote qu'il attachait de l'importance à ces chiffres. Ce n'était certes pas pour donner à son récit de la couleur locale ou une apparence de réalité : toute préoccupation de ce genre devait être étrangère à un narrateur qui rapporte, sans broncher, les aventures les plus incroyables ; en quoi d'ailleurs il ne faisait que se conformer à l'usage des légendaires irlandais, qui ne pouvaient conter un fait vrai sans l'entremêler de traits merveilleux, ou tout au moins extraordinaires. Pour lui, il croit à l'existence des trois points remarquables de l'océan que nous venons de mentionner. Les descriptions caractéristiques et les mesures passablement exactes qu'il donne ne sont pas imaginaires ; elles sont fondées sur des observations positives ; soit que l'auteur de la *Peregrinatio* connût *de visu* ou par de sérieux rapports la position respective du volcan, de l'écueil et du curieux rocher, il les place dans la direction du nord au sud sur une ligne presque droite, sans s'écarter beaucoup de la réalité, la différence de leurs méridiens n'étant pas considérable pour une si longue étendue.

Quant au gigantesque volcan boréal qui nous intéresse spécialement ici, ce ne peut être que le Beerenberg au nord-est de l'île de Jan-Mayen, comme on s'en convaincra en le comparant aux autres monts ignivomes de l'Océan Glacial. Sur la carte du Nouveau Monde par Ruysch dans l'édition de Ptolémée, publiée à Rome en 1507, on voit une île accompagnée de la légende « *insula hæc anno 1456 fuit totaliter combusta* ». De ce qu'aucun autre document ne parle de cette île et de sa destruction, il ne faudrait pas conclure que l'événement n'ait pas eu lieu : il est historiquement constaté que ces parages sont sujets à des éruptions volcaniques : au large de la pénin-

sule de Reykjanes située au sud-ouest et non loin de Reykjavik, il est un groupe d'îlots, les Geirfuglasker, qui dépendent de l'Islande, et qui, intéressant plus particulièrement les historiens de cette île, ont été mentionnés dans les annales comme ayant été le théâtre de mouvements sismiques : en 1211, les anciens îlots furent engloutis et d'autres émergèrent ; en 1240, la moitié du promontoire de Reykjanes fut détruite ; en 1422, nouveau phénomène igné ; en 1783, à la suite d'une éruption, qui couvrit la mer de pierres ponces assez nombreuses pour entraver la navigation jusqu'à une distance de trente milles, on vit surgir un rocher en feu d'un mille de circonférence, mais on ne le retrouva plus l'année suivante, lorsque les Danois voulurent en prendre possession ; et il ne reparut pas non plus, en 1830, à la suite des déflagrations que l'on observa au même endroit (1). — Dans une direction opposée, au nord-ouest de Grimsey, qui est l'îlot le plus septentrional de l'Islande, surgit, en 1372, une nouvelle terre (2), qui n'existe plus (3).

Le caractère commun de tous ces îlots, c'est d'avoir été essentiellement éphémères. Produits par des éruptions, ils n'ont été vus ni avant ni après les secousses sismiques, et il n'est dit d'aucun d'eux qu'il eût l'aspect imposant du volcan septentrional de la *Peregrinatio*, dont la cime

(1) *Historia Norvegiæ*, nouv. édit. par G. Storm, dans *Monumenta historica Norvegiæ*. Christiania, 1880, in-8°, pp. 94 et 95 et note 10. — *Grœnlands historiske Mindesmærker*, édit. par la Société R. des Antiquaires du Nord. Copenhague, 1838-1845, t. I, pp. 143 et 144 ; t. II, pp. 660 et 661. — P.-E.-Kr. Kaalund, *Bidrag til en historisk-topografisk Beskrivelse af Island*. Copenhague, 1877, in-8°. t. I, pp. 36-38.

(2) *Islandske Aunaler indtil 1578*, édit. par G. Storm ; Christiania, 1888, in-8°, p. 229 ; — *Grœnlands hist. Mind.*, t. III, pp. 32-60.

(3) On vit ce phénomène de divers points de l'Islande septentrionale, notamment depuis les Fljóts, contrée de la péninsule que se partagent les cantons d'Eyjafjœrd et de Skagafjœrd ; comme l'unique îlot que l'on signale au nord de Grimsey, le Mewenklint, est à 120 kilom. de l'Islande, il ne s'agit pas de lui. Le *Livre de Hauk*, qui mourut en 1334, le mentionne comme étant dès lors connu sous le nom de Kolbeinsey (*Landnámabók*, *I-III* : *Hauksbók*, *Sturlubók*, *Melabók*, édit. par la Soc. R. des Antiq. du Nord. Copenhague, 1900, gr. in-8°, p. 4).

se perdait dans les nues. Celui-ci non plus ne peut être confondu avec un des volcans de l'Islande, qui ne s'élèvent pas dans une île dépourvue de toute végétation et dont aucun n'est au bord de la mer. Étant situés entre 63°24′ et 66°33′ de lat. N., ils sont trop peu éloignés du 60e parallèle, d'où partit saint Brendan, pour que cette distance de 340 à 660 kilom. soit évaluée à huit jours de navigation rapide. Les Scandinaves du moyen âge en effet mettaient sept jours à faire un trajet de 800 à 900 kilomètres, pour se rendre de Norvège en Islande, en se dirigeant de l'E. S. E. au N. O. N. et en traversant le Gulf Stream ; en suivant au contraire du S. S. E. au N. N. O. d'abord le courant principal, ensuite un de ses bras, ils ne mettaient que trois (1), quatre ou cinq jours pour aller du nord de l'Irlande à l'est de l'Islande (2).

Les documents sur lesquels nous nous appuyons et les faits que nous venons d'exposer nous forcent d'éliminer les volcans de l'Islande et de ses parages, et de chercher à une latitude plus septentrionale ceux de la *Peregrinatio*. Maintenant que l'Océan Boréal, après avoir été parcouru dans tous les sens, est parfaitement connu, on ne peut citer dans cette région que les deux massifs volcaniques, réunis par un isthme de même nature pour former l'île de Jan-Mayen. Sur celui du nord-est, le Beerenberg s'élève à pic sur le bord de la mer jusqu'à une altitude de 2904 mètres, et, comme il est dit dans la

(1) Est Yslandia borealium insularum maxima, trium dierum navigatione in aquilonares partes ab Hibernia remota (*Topographia Hibernica*. L. II, ch. 12, dans Giraldi Cambrensis *Opera*, édit. par James F. Dimmock, t. V; Londres, 1867, in-8°, p. 95).

(2) *Landnámabók*, pp. 4, 129, 262 ; — *Grœnlands hist. Mindesm.*, t. III, pp. 210-213, 250. — Pytheas de Marseille dit que l'île de Thulé (Islande), où le soleil reste sur l'horizon au solstice d'été, est à six jours de navigation au nord de la Grande-Bretagne (Strabon, *Geogr.*, édit. par C. Müller et F. Dübner. Paris, 1853, in-4°, L. I, ch. 4, § 2), et Solin (ch. 22) et qu'elle est à cinq jours des Orcades. — Adam de Brême *(De situ Daniæ)* affirme qu'un navire marchant à voiles déployées mettait de cinq à sept jours pour aller de Norvège en Islande.

Peregrinatio, son sommet est voilé par des vapeurs ; partout où ils ne sont pas couverts de glace, ses flancs abrupts sont noirs, et les environs stériles (1). De nos jours encore quelques-uns des volcans de l'île sont ou ont été en activité et, quoique le Beerenberg ne le soit plus, des témoins dignes de foi ont assisté à ses éruptions ou à celles de cratères voisins (2) ; leurs rapports confirment pleinement la description que donne de l'une d'elles la *Légende de saint Brendan*. Le 17 mai 1732, Jac. Laab, capitaine d'un navire hambourgeois, étant à l'ancre au large du Beerenberg, « vit des flammes d'une longueur prodigieuse, qui s'élevaient du bas de la montagne, en se dispersant de tous côtés comme des éclairs très vifs et très rapides. Des détonations souterraines et terribles accompagnaient cet incendie..... qui dura vingt-quatre heures. La montagne ne s'ouvrit point ; elle ne jeta ni pierres ni matière combustible ; mais il en sortit une fumée noire et épaisse qui continua jusqu'au 21 du même mois ». Le navire en s'éloignant fut couvert de cendres très douces au toucher. Il s'en répandit également dans un rayon de deux lieues autour du Beerenberg, comme le constata quinze jours après un autre capitaine hambourgeois, qui visita la localité et enfonça dans la suie jusqu'à mi-jambe (3).

(1) *Svenska Expeditionen till Spetsbergen och Jan Mayen*, utfœrda af N. Dunér, A.-J. Malmgren, A.-E. Nordenskiœld och A. Qvennerstedt. Stockholm, 1867, gr. in-8°, p. 168. — « La Flore de Jan Mayen est très pauvre : la mission autrichienne y a seulement recueilli 54 espèces, dont 26 phanérogames. Le bouleau nain se rencontre relativement abondant sur la face est du mont Mohn. » (Ch. Rabot, *Explorations dans l'Océan Glacial arctique*, apud *Bulletin de la Soc. de Géogr.*, 7e série, t. XV, 1904. Paris, in-8°, p. 40.) — Il y a une vue du Beerenberg, d'après une photogr. d'O. Nordenskiœld, dans *Meddelelser om Grœnland*, t. XXVII, p. 150 ; Copenhague, 1902, in-8°.

(2) Ils sont au nombre de six au sud du Beerenberg ; un à la pointe nord-est ; deux à l'ouest ; et un à l'est de la lagune orientale ; trois vers la pointe sud-ouest (*Den Norske Nordhavs-Expedition, 1866-1876*. T. V, part. 3, *Géogr. et hist. natur.*, par H. Mohn. Christiania, 1882, pp. 4, 6).

(3) *Continuation* (t. I) *de l'Hist. des Voyages* de l'Abbé Prévost (t. XVIII). Paris, 1768, in-4°, pp. 64 et 65, d'après les *Nachrichten von Island, Grönland und der Strasse Davis*, par Joh. Anderson. Hambourg, 1746, in-8°.

Sur les quatorze cratères que l'on compte dans l'île de Jan-Mayen, il s'en trouve six autour du Beerenberg ; l'un d'eux notamment, l'Esk qui est au sud-ouest, a 1000 pieds de diamètre et 500 de profondeur. W. Scoresby le Jeune se trouvait à proximité, le 29 avril 1818, lorsqu'il vit surgir à une hauteur considérable, et à des intervalles très rapprochés, des colonnes de fumée, qui furent également observées par un autre pêcheur de Hull (1). La couche de tuf et de cendres qui forme le sol de la presqu'île (naguère île) aux Œufs, et d'où s'élèvent fréquemment des vapeurs aqueuses, accompagnées de trépidations, est assez chaude pour fondre la neige qui tombe dans les crevasses et faire éclater les verres de thermomètre que l'on y plonge à quelques centimètres de profondeur (2).

Comme divers volcans passaient au moyen âge pour être les bouches de l'Enfer (3), il était naturel que l'auteur de la *Peregrinatio* regardât le Beerenberg comme une de ces entrées, d'autant plus que le pape saint Grégoire le Grand avait écrit : « Diabolus sedet in lateribus aquilonis » (4) ; que les déflagrations semblaient être le

(1) *Svenska Expeditionen till Spetsbergen och Jan Mayen*, pp. 168 et 169, d'après W. Scoresby le Jeune.

(2) Emil von Wohlgemuth, *Rapport du Directeur de la Station autrichienne d'observation arctique à Jan Mayen*, dans *Deutsche Rundschau für Geographie und Statistik*, publ. par le Dr Fr. Umlauft. Vienne, in-8°, VIe ann., fasc. 2, nov. 1885, p. 75. Il y en a une traduction française, par F. Silas. Paris, 1887.

(3) Par exemple, le Vésuve, Stromboli, l'Etna, Masaya dans le Nicaragua (J. de Torquemada, *Monarchia indiana*, L. XIV, ch. 34, t. III, p. 602), l'Hekla.

(4) Il s'appuyait sans doute sur une allusion du prophète Isaïe (XIV, 13), qui reproche à Lucifer d'avoir voulu asseoir son trône sur la montagne de l'alliance, du côté de l'aquilon. On trouve à ce propos toute une légende dans le *Miroir royal*, ce curieux mélange de théologie, de philosophie, d'histoire naturelle, écrit en Norvège vers la fin du XIIe siècle. Lucifer, y est-il dit, s'éloigna de Dieu avec ses compagnons en allant vers le Nord, pour y établir un trône rival et régenter la moitié et plus du monde céleste (*Kongs-Skugg-Sio, Det Kongelige Speil. Speculum regale*, texte avec trad. danoise et latine, par Halfdan Einersen. Sorœe, 1768, in-4°, pp. 524 et 525 ; — *Konungs-Skuggsjá. Konge Speilet*, texte (édit. par Keyser, P. A. Munk et Unger) ; Christiania, 1848, in-8°, p. 112).

feu de la Géhenne et les détonations ou les grondements souterrains, les lamentations des damnés. Mal interprétés, ces faits naturels sont devenus de fallacieux indices et ont donné lieu à de semblables confusions chez un géographe allemand (1) du commencement du XVIe siècle : « L'Hechelberg, dit-il, est un mont entouré par la mer Norvégienne et qui présente l'aspect de l'enfer. On y est terrifié par les effroyables cris des vautours et des corbeaux très noirs qui volent à l'entour. Tout le mont résonne en outre de lugubres lamentations, qui se font entendre a la distance d'un mille (2). On y est stupéfait du grand contraste de deux sources, dont l'une, extrêmement glaciale, et l'autre si brûlante qu'on n'y peut toucher, sont beaucoup plus remarquables que les autres éléments. Elles ne sont pas espacées de plus de huit pieds ; aussi les gens de la localité, impressionnés par ces bruits, y sont-ils, beaucoup plus que d'autres, adonnés au culte divin (3). »

(1) François Friedlich, plus connu sous le nom d'Irenicus — qui est une forme latine de la traduction de son nom en grec — né en 1495 à Ettlingen, près de Karlsruhe, mort en 1559, publia à Haguenau en 1518, sous le titre de *Germaniæ exegeseos volumina duodecim* (nouv. édit. Francfort, 1578), un ouvrage dont les deux derniers livres sont consacrés à la géographie. (*Allgemeine Deutsche Biographie*, t. XXXII, pp. 582 et 583; — L. Gallois, *Les Géographes allemands de la Renaissance*. Paris, 1890, in-8°, pp. 184-189.)

(2) De même, Saxo Grammaticus écrivait vers l'an 1200, en parlant de l'Islande : « En certains temps fixes, des glaces en quantité infinie sont poussées vers cette île. Dès qu'elles commencent à se briser contre les aspérités des rochers, on entend sortir des profondeurs, comme si c'étaient les gémissements des écueils, des voix retentissantes, ainsi que des bruits variés et étrangement simultanés. Aussi, pense-t-on, que les âmes des gens pervers y souffrent d'un froid excessif, en punition de leurs péchés. » (*Historia Danica*, texte et comment. par P.-E. Müller et J.-M. Velschow. Copenhague, 1839, in-4°, t. I, pp. 15 et 16 ; — Cfr. Olaus Magnus, *Historia gentium septentrionalium*, cité par K. Ahlenius, *Olaus Magnus*, Upsala, 1895, in-8°, p. 176). — Ici, comme chez Irenicus, l'enfer est décelé par les bruits extraordinaires, mais il est placé par Saxo dans les glaces flottantes, non dans un volcan.

(3) « Mons mari norvegico circumseptus, Hechelberg dictus, inferni aut purgatorii speciem repræsentat. Hunc horrendo clamore instincti vultures ac corvi nigerrimi circumvolando perterrefaciunt. Totus præterea mons lejulatu lachrymabili intonat, clamor ad unum miliare dilatatus diffunditur. Duo

C'est bien là, on en conviendra, la description d'un volcan (1) ; mais, à la différence de la *Pérégrination de saint Brendan*, elle ne nous donne pas d'indications astronomiques et nautiques, qui permettent de dire de suite où était situé l'Hechelberg. L'océan norvégien est vaste, et, si l'on y comprend l'Islande, il renferme un grand nombre de volcans. Duquel s'agit-il ? A part ceux de l'Islande, les chasseurs de phoques et de baleines qui ont parcouru en tout sens la Mer Glaciale, n'en ont pas signalé d'autres que ceux de l'île de Jan-Mayen. Nous n'avons donc pas d'autre alternative que de choisir entre cette île et l'Islande. A en juger par le terme *circumseptus* qui signifie proprement enclos, l'Hechelberg ne devait pas être perdu dans une contrée aussi étendue qu'est l'Islande, et, bien qu'en sa qualité de volcan il ait plusieurs traits communs avec l'Hekla ou plutôt Heklufjall, il en diffère par le nom,

quoque fontes illic horrent diversissimi, primus intensissimo frigore, alius calore intractabili præditus, cætera elementa longe excedunt. Nec ultra octo pedum spatio a se invicem absunt. Tumultu illo itaque admoniti, accolæ cultui divino plus cæteris mortalibus deduntur » (Irenicus, *op. cit.*, L. X, ch. 18). — Dans un autre passage (L. VII, ch. 24), Irenicus reproduit les mêmes notions, dans un ordre et des termes un peu différents, et il nous apprend de qui il les tenait : « Retulit mihi nuper Joannes Virdung, astrologus doctissimus e Daniæ partibus rediens, in Norvegia formidolosissimum montium omnium conspici (Hechelberg) dictum, ubi tantum clamorem exoriri ejulantium asseruit, ut pene integrum miliare tumultus dilatetur, fontesque duos diversissimos scatere retulit, unum intollerandæ frigiditatis, alium intensissimi caloris fervere, in parva tamen distantia, corvosque nigerrimos crudelissimo clamore montem sine intermissione circumsonare, ut accolis religioni deditissimis persuasum sit purgatorii speciem montem hunc præ se ferre. » — Jean Virdung, né à Hasfurt dans la Franconie inférieure, mort vers 1550, avait été appelé en Danemark par le roi Christian II pour expliquer la *Genèse* (A.-A. Bjœrnbo et C.-S. Petersen, *Fyenboen Claudius Claussœn Swart* (*Claudius Clavus*), p. 121.— Cfr. pp. 109, 116 et 117, 131, de *Det K. danske Videnskabernes Selskabs Skrifter*, 6e série, hist. et philos., t. VI, fasc. 2. Copenhague, 1904, in-4° ; aussi à part). On ne sait si c'est par ouï-dire ou *de visu*, qu'il décrit le redoutable mont. La première alternative est plus vraisemblable, puisque d'après Irenicus il revenait non de la Norvège, mais du Danemark.

(1) L'eau d'une thermalité intolérable (fons calore intractabili præditus) dépassait le degré d'ébullition, que sont loin d'atteindre les sources thermales les plus chaudes (Chaudesaigues en France 81° ; Abano en Italie 86°); elle ne pouvait sourdre que d'un volcan non éteint.

tandis que les deux cours d'eau l'assimilent au volcan de Saint-Thomas. De ce que la première partie des deux noms est de même origine (1), il ne faudrait pas inférer qu'ils désignent le même volcan ; quoique *fjall* en islandais, *fjæll* en suédois, *fjeld* en danois, ait à peu près le même sens que *berg* dans la plupart des langues germaniques, ce dernier mot n'entre pas dans la composition du nom du volcan islandais, appelé en danois *Hekelfjeld* ou *Hæckelfæld* (2), en suédois *Heklefjell*, en bas-allemand *Heckelvelde*. On trouve encore *Hekelfol* chez Ziegler en 1532 (3), et chez J.-B. Pederzano en 1548 (4). C'est évidemment pour avoir confondu l'Hekla avec le mont décrit par J. Virdung, que Sébast. Münster a placé l'*Hechelberg*

(1) *Hechel* est une forme légèrement corrompue de *Hekla* ou *hœkull* en islandais, *hakal* en vieux suédois, *hahul* et *hachil* en vieil allemand, *hekil* en vieux frison, *hacela* en anglo-saxon, *hagel* en danois, et signifie comme eux manteau. Ces mots sont en effet apparentés avec le latin *cuculla*, en français *coule*, le *c* initial du latin étant presque toujours transformé en *h* dans les mots islandais correspondants : caper *hafr*, cannabis *hampr*, collis *háls* et *hœll*, calamus *halmr*, cervus *hjœrtr*, cornu *horn*, canis *hundr*, casa *hús*, caput *hœfvud*. Les volcans revêtus de glaciers peuvent être fort justement qualifiés de monts à manteau ; aussi l'*Historia Norvegiæ* (p. 94 de l'édit. Storm) traduit-elle fort exactement le nom de l'Hekla par *Mons casulæ*. (*Cucullam* nos esse dicimus quam alio nomine *casulam* vocamus: selon le témoignage du bénédictin Theodemarus abbas, contemporain de Charlemagne, cité dans le *Gloss. mediæ et infimæ latinitatis* de Du Cange, édit. Favre, Niort, in-4°, t. II, 1883, p. 215.) Cette digression philologique n'est pas un vain étalage d'érudition ; elle a pour but de montrer que la qualification de *manteau* pouvait bien s'appliquer à un volcan différent de l'Hekla, et, en énumérant les différentes formes de ce nom dans les langues germaniques, de chercher à quel idiome se rattache le mieux le nom d'Hechelberg.

(2) O. Kalkar, *Ordbog til dit ældre danske Sprog*. Copenhague, in-8°, fasc. XII, 1886, t. II, p. 196. — La plus ancienne forme connue est *Eclafeld in Hysselandia*, dont des religieux danois parlèrent à Herbert, moine de Clairvaux, plus tard archevêque de Torres en Sardaigne vers 1180 (Albéric de Trois-Fontaines, mort en 1241, *Chron.* dans *Monumenta Germaniæ historica*, édit. par Pertz, t. XXIII, Hanovre, 1873, p. 829).

(3) Sur la carte accompagnant *Syria... Palestina... Arabia... Ægyptus... Schondia*. Strasbourg, 1552.

(4) *La Geografia* di Claudio Ptolemeo; Venise, 1548. — Cfr. A.-E. Nordenskiœld. *Studier och forskningar*, p. 33.

en Islande (1), et le nom d'*Heckelberg* qui figure dans le *Gargantua* de Fischart (2) peut tout aussi bien s'appliquer à l'enfer boréal qu'à celui de l'Islande. Comme ce dernier, celui-là était tout à la fois un glacier et un volcan, quoique Virdung ne le dise pas expressément ; mais cela résulte du contraste des deux sources. Les bruits intérieurs qui s'entendaient à un mille de distance ne pouvaient provenir que d'un volcan. Malgré ce redoutable voisinage et sa situation écartée, la localité n'était pas déserte puisqu'elle était habitée par une population plus religieuse que d'autres.

Nous allons retrouver ces trois circonstances : sources glaciale et bouillante, grondements souterrains, population très religieuse, dans les parages où nous localisons l'enfer de la *Peregrinatio* et celui de J. Virdung. C'est la relation des *Zeno* qui va nous en fournir la description la plus détaillée et aussi la plus pittoresque. *Nicoló*, l'aîné de ces navigateurs vénitiens, s'étant mis au service de *Zicno* ou *Zichinni*, comme on appelait en italien le *Thegn* ou *Seigneur* frison des Færœs, fit avec lui d'infructueuses descentes sur divers points de l'Islande en 1396 ou 1397 selon les sources (3). De Bres (4), au nord de cette île, où il s'était fortifié, il partit au mois de juillet pour explorer l'Océan Glacial. Avec trois petits navires (5), il fit voile

(1) Carte de la Suède, de la Finlande, etc. dans sa *Cosmographia, Beschreibung aller Lender*. Bâle, 1548.

(2) Cité par Jac. Grimm, *Deutsche Mythologie*. Gœttingue, 3e édit., 1854, in-8°, p. 953.

(3) *Ann. de Gottskalk*, 1396 ; *Ann. du Juge*, 1397, dans *Islandske Annaler indtil 1578*, édit. par G. Storm. Christiania, 1888, in-8°, pp. 285, 369.

(4) Nous croyons que ce nom est une mauvaise leçon pour *Hris*, une des îles de l'Eyjafjœrd. — Pour l'identification des noms que la Relation des Zeno place en Islande, voyez notre mém. sur *Les Voyages transatlantiques des Zeno* (dans Le Muséon. Louvain, in-8°, t. IX, 1890, pp. 368-370).

(5) C'est ce qui restait des six embarcations signalées par les *Ann. de Gottskalk* (*loc. cit.*, p. 369). Les autres avaient été emmenées par Zicno, qui était retourné en Frislande l'année précédente (*The Voyages of the Venetian Brothers Nicoló & Antonio Zeno to the Northern Seas*; texte, trad. notes par R.-H. Major. Londres, 1873, in-8°, p. 12).

vers le Nord et gagna l'*Engroneland* ou *Grœnland* intérieur (1). « J'y trouvai, écrivit-il (2), un monastère de Frères-Prêcheurs et une église dédiée à saint Thomas, près d'un mont qui lance des flammes comme le Vésuve et l'Etna. Il y a là une source d'eau bouillante avec laquelle on chauffe l'église du monastère et les chambres des moines. Elle est si chaude dans la cuisine que, sans autre calorique, on s'en sert au besoin : en mettant dans des vases d'airain le pain sans eau, il se cuit comme dans un four bien chauffé. De petits jardins que l'on couvre en hiver, étant arrosés de cette eau, résistent à la neige et au froid très rigoureux dans ces parages si rapprochés du pôle ; des fleurs, des fruits, des plantes de diverses sortes y poussent tout comme, en leur saison, celles des pays tempérés ; aussi la grossière et sauvage population des environs, à la vue de ces résultats extraordinaires, regarde-t-elle ces Frères comme des dieux et leur porte des volatiles, de la viande, et d'autres choses, les révérant et les respectant comme des seigneurs (Édit. Major, pp. 12 et 13).

» Or, quand il y a beaucoup de glace ou de neige, ces religieux modifient, de la manière que l'on a dit, la température de leur habitation ; ils peuvent instantanément la réchauffer ou la rafraîchir, tantôt en faisant monter l'eau à une certaine hauteur, tantôt en ouvrant les fenêtres, pour laisser entrer le froid de la saison. Dans les constructions de leur monastère, ils ne se servent que des matériaux fournis par le feu ; car, prenant les pierres ardentes vomies comme des cendres par les fissures du mont (3) alors qu'elles sont le plus incandescentes, et les désagrégeant avec l'eau dont ils les aspergent, ils en font du

(1) *Voyage transatl. des Zeno*, pp. 459 et 460.

(2) Edit. Major, p. 12.

(3) Les petits cratères latéraux situés au pied du Beerenberg, au sud-est, dont quelques-uns ont été en activité dans ces derniers temps, n'ont vomi que des cendres et du sable (Quennerstedt, *op. cit.*, p. 168).

bitume ou de la chaux très blanche et fort tenace, qui, mise à couvert, ne se détériore jamais. Les cendres elles-mêmes, lorsqu'elles sont éteintes, tiennent lieu de moellons pour les murs et les voûtes ; une fois refroidies, on ne peut les rompre ou les briser, à moins de les percer avec du fer ; les voûtes que l'on en fait sont si légères qu'elles n'ont pas besoin d'autre support et durent toujours belles et élégantes. Grâce à tant d'avantages, ces bons Pères ont élevé tant de bâtiments et de murs, que l'on est stupéfait en les voyant. La plupart des toits y sont faits de la manière suivante : lorsque le mur est à sa hauteur, on l'avance peu à peu sur la voûte, de manière à former au milieu un passage convenable pour la pluie (1), que l'on ne craint pas trop dans ces parages, parce qu'il fait très froid au pôle, comme on l'a dit, et qu'après sa première chute la neige ne fond qu'au bout des neuf mois que dure l'hiver (Éd. Major, pp. 13-14).

» Ils vivent de sauvagine et de poisson, parce qu'à l'endroit où l'eau tiède tombe dans la mer, il y a un port assez spacieux qui ne gèle pas l'hiver. Il s'y réunit tant d'oiseaux aquatiques et de poissons que l'on en prend en quantité presque infinie. On s'en sert pour alimenter un grand nombre de gens du voisinage qui sont continuellement occupés soit à élever des constructions, soit à prendre des oiseaux et des poissons et à faire mille autres besognes pour le monastère. Les cases de ces serviteurs, disposées autour du mont, sont toutes rondes (2) et larges de vingt-cinq pieds ; au sommet elles vont en se rétrécissant, de manière à laisser en haut une petite ouverture par où

(1) Comme le *ljoré*, trou que les anciens Scandinaves, et, encore assez récemment, les Norvégiens, ménageaient dans le toit pour laisser passer la fumée et le jour, avait quelque ressemblance avec le *compluvium* des Romains, l'explorateur vénitien a pu croire que celui-là avait la même destination que celui-ci. Plus loin, il décrit fort bien le *ljoré* en parlant des cases des serviteurs (Cfr. Valtyr Gudmundsson, *Privatboligen på Island i Sagaliden samt delvis i det øvrige Norden*. Copenhague, 1889, in-8°, ch. 4, pp. 163-168).

(2) Cfr. V. Gudmundsson, *op. cit.*, pp. 91 et 92, 107-109, 206.

pénètrent l'air et lumière (1). La terre est si chaude dessous que l'on n'y sent aucunement le froid (2). En été, il y vient beaucoup d'embarcations des îles voisines et du cap situé au-dessus de la Norvège, ainsi que de Treadon (3); elles apportent aux Frères tout ce qu'ils peuvent désirer et en font l'échange contre du poisson, qu'ils sèchent à l'air et au froid, et des peaux de diverses espèces d'animaux (4). Ils se procurent ainsi du bois de chauffage (5) et de charpente, excellemment travaillé, des grains et des étoffes pour se vêtir. Comme tout le voisinage désire troquer ses marchandises contre les deux articles d'échange susnommés (6), ils ont sans fatigue et sans frais tout ce qu'ils veulent. Des religieux de Norvège, de Suède et d'autres pays sont réunis dans ce monastère, mais la plupart viennent des îles (7). Il y a toujours dans ce port beaucoup d'embarcations qui, ne pouvant partir à cause des glaces, attendent le dégel du renouveau (Édit. Major, pp. 14-16).

« Les nacelles des pêcheurs, en forme de navette de tisserand, sont faites de peaux de poissons, écorchées et appliquées sur quelques os des mêmes poissons (8) ; cou-

(1) Cfr. *supra*, p. 445, note 1.

(2) Cfr. *supra*, p. 427.

(3) Probablement Throndhjem, appelé sur la carte Trondo et Truten.

(4) Il y a des renards dans l'île de Jan-Mayen ; les phoques sont très nombreux près du littoral, et il y vient sur les glaces des ours blancs (Quennerstedt, *op. cit.*, pp. 166, 176-179).

(5) Il s'agissait tout simplement d'amener au monastère des arbres que les courants laissent encore en très grande quantité dans les anses de l'île (Quennerstedt, p. 166) et notamment dans la *Baie du bois flotté*. — On peut se demander à quoi bon ce combustible puisque l'eau bouillante du volcan était employée pour la cuisine. Il est facile de répondre que cette eau ne suffisait pas, quand il fallait rôtir la chair de l'ours, du phoque et des oiseaux, extraordinairement abondants à Jan-Mayen, où il y a des « montagnes à oiseaux », notamment le Vogelberg (Cfr. Rabot, *Art. cité*, pp. 40 et 41).

(6) Les poissons et les pelleteries.

(7) Probablement l'Islande, les Færœs, les Shetlands et les Orcades.

(8) Sur l'emploi des os de cétacés dans les constructions, voyez Olaus Magnus, *Historia gentium septentrionalium*. Bâle, 1567, in-fol., L. XXI, ch. 22-24, pp. 785-787. — Ahlenius, *Olaus Magnus*, pp. 156 et 157.

sues ensemble et mises en plusieurs doubles, elles rendent les barques si fortes et si sûres que c'est merveilleux à constater. Dans les tempêtes, on s'enferme dedans (1), et on se laisse flotter sur mer au gré des flots et des vents, sans aucune crainte d'échouer (2) ou de se noyer. Si ces canots touchent terre, ils sont à l'épreuve de bien des chocs. Ils ont au fond une manche qu'ils lient au milieu et, s'il entre de l'eau dans la barque, ils la mettent dans la moitié supérieure, qu'ils serrent d'en haut avec deux morceaux de bois joints, en dénouant le lien d'en bas pour évacuer l'eau (3). Toutes les fois qu'il leur arrive de le faire, ils le font sans difficulté ni danger (Édit. Major, pp. 16 et 17).

» L'eau du monastère étant sulfureuse est conduite aux chambres des principaux personnages dans des tuyaux d'airain, de plomb ou de pierre ; si chaude qu'elle échauffe fort bien la pièce comme une étuve, sans y produire de

(1) S'il s'agit ici, comme nous en sommes convaincu, d'une embarcation analogue aux *Kayaks* des Esquimaux, le batelier devait lier autour de sa poitrine les peaux qui recouvraient la barque, et l'on pouvait dire qu'il y était enfermé, quoiqu'il ne le fût pas complètement.

(2) Le texte publié par H. Major porte (p. 17) : « Senza alcun timore ó di affogarsi ». Le sens laisserait à désirer si l'on n'ajoutait après *timore* trois mots qui se trouvent dans l'édition de Ramusio : « ó di rompere ». (Secondo Volume delle navigationi et viaggi, 2e édit. Venise, 1588, in-fol., 231 v.)

(3) Ce passage ayant été paraphrasé plutôt que traduit par nos prédécesseurs, il faut en donner le texte en substituant *alta* (haute, supérieure) à *altra* (autre) : « Et hanno una manica nel fondo. che tengono legata nel mezzo, et quando entra acqua nel naviglio, la prendeno nell' alta [au lieu d'*altra*] mità, e con due legni chiusi serrando di sopra. ed aprendo la legatura di sotto, cacciano l'acqua fuori. » — Toute littérale que soit notre traduction, elle a besoin d'être commentée. Des deux parties dont se composait cette espèce de boyau, celle du fond était ouverte en bas, et l'eau de mer y entrait librement jusqu'à la hauteur de l'étranglement. Quand l'eau adventice avait empli la partie supérieure, on la refoulait vers le bas au moyen d'un assemblage de deux morceaux de bois, que l'on faisait descendre jusqu'au lien préalablement dénoué, de sorte que l'eau de mer ne pouvait pas monter plus haut qu'avant l'opération. Cette ingénieuse manière de vider la cale n'est pas, que nous sachions, en usage chez les Esquimaux contemporains. Mais rien n'empêche de croire que. au contact des Dominicains de Saint-Thomas, ceux des environs du monastère aient été plus avancés que les Karalis du Grœnland.

méphitisme ou d'autre mauvaise odeur. En outre, par un canal en pierre, souterrain afin qu'il ne gèle pas, ils mènent une autre source d'eau vive jusqu'au milieu de la cour, où elle tombe dans un vase d'airain placé au milieu d'une fontaine bouillante. Ainsi, en la réchauffant pour en boire ou en arroser les jardins, ils tirent du mont toutes les plus grandes commodités que l'on puisse désirer. Les bons Pères n'ont rien de plus à cœur que de bien cultiver les jardins et d'élever de belles, et surtout, commodes constructions ; à cet effet il ne leur manque pas de bons esprits et d'hommes industrieux, parce qu'ils paient et donnent libéralement. Ils sont infiniment généreux et larges en récompensant ceux qui leur apportent des fruits et des graines. C'est pourquoi il y a une grande affluence d'ouvriers et de maîtres en cette localité, où ils ont de si bons gains et vivent mieux. Le latin est la langue la plus usitée, spécialement parmi les supérieurs et les grands du monastère. Voilà tout ce que l'on sait de [la partie de] l'Engroneland, dont Messire Nicoló a décrit tout ce que l'on a dit et particulièrement le littoral (1) découvert par lui, comme on peut le voir dans le croquis que j'en ai fait. Finalement, comme il n'était pas habitué à cette rigoureuse température, il tomba malade et mourut (2) peu après son retour en Frislanda ». (Édit. Major, pp. 17 et 18.)

Il y a dans cette relation un certain nombre de points obscurs qui l'ont fait regarder comme invraisemblable et, par suite, comme fabuleuse. Il faut les examiner de plus près, pour voir s'il est possible de les expliquer rationnellement. La première difficulté concerne la situation du monastère de Saint-Thomas placé, vers 74° 25′ de lat. N.,

(1) Le texte porte *riviera* qui peut avoir ici le même sens que Rivière du Littoral de Gênes.

(2) Comme le départ pour l'Engroneland avait eu lieu dans l'été qui suivit les descentes en Islande (1396 ou 1397. Voyez *supra*, p. 431), c'est vers l'an 1400 que décéda Nicoló Zeno l'Ancien.

sur ou près d'une terre ferme (1), que la Relation appelle *Engroneland* et la carte, *Crolandia* ou plutôt *Grolandia*, réservant le premier nom (sous la forme d'*Engronelant)* pour le Grœnland actuel. Il est bien vrai que le monastère de Saint-Thomas est sur un méridien qui passe à l'ouest de l'Écosse et qui se prolonge dans l'Océan Boréal sans rencontrer aucune autre terre ; mais la graduation est l'œuvre de Nicoló le Jeune (2) et non de Nicoló l'Ancien ; et le baron A.-E. Nordenskiœld (3) a fait la remarque que les géographes du midi, ne tenant pas compte de la réfraction, attribuent au jour une trop longue durée sous les latitudes septentrionales, et qu'il fallait en conséquence abaisser de plusieurs degrés les parallèles de la carte des Zeno. Il suffit d'en retrancher trois de 74° 25′ pour trouver un volcan qui correspond à celui de Saint-Thomas, mais qui est voisin d'une grande terre, s'il n'en est pas séparé par un détroit ; or, quoique le Beerenberg soit à une centaine de lieues à l'est du Grœnland, son éloignement et son isolement n'empêchent pourtant pas de l'identifier avec le volcan que Nicoló Zeno supposait être attenant à un immense littoral s'étendant du Grœnland à la Norvège. Cette hypothèse erronée était sans doute fondée sur la présence de la banquise ou des glaces flottantes, que les navigateurs n'avaient pu traverser, et qui, à leur sens, masquaient des côtes inabordables. Ils n'en étaient d'ailleurs pas bien certains, puisque ce littoral porte la légende : « *Mare et terræ incognitæ* » (4).

(1) Sur la grossière carte princeps qui accompagne l'édition donnée en 1558 par Marcolini, d'après la communication de Nicoló Zeno le Jeune, on voit au couchant du volcan un golfe, que l'on pourrait prendre pour un détroit, si l'on était certain qu'il se prolongeât au nord et à l'est du monastère. Il n'est pas tenu compte de cette circonstance dans l'édit. de Ptolémée publiée à Venise en 1561, par G. Ruscelli.

(2) Questo Gentil'huomo [Nicoló Zeno le Jeune]... ha adorno questo disegno de' paralleli & meridiani, con tutte le misure, che gli si convengono, si per la conformitá dell' historie, si ancora per le regole & ragioni della geografia (Texte de la *Nueva tavola settentrionale*, dans l'édit. de Ptolémée, 1561).

(3) *Studier och forskningar*. Stockholm, 1883, in-8°, p. 51.

(4) C'est la légende que porte la carte de la *Relation des Zeno*, publiée

Ils étaient induits en erreur par une croyance fort répandue au moyen âge et qui nous a été transmise aussi bien par des historiens que par des cosmographes et des cartographes. Adam de Brême écrivait dans le dernier tiers du XIe siècle que le Grœnland était situé dans l'océan vis-à-vis des Monts Suédois ou Riphéens (1). Le Danois Saxo Grammaticus, qui vivait vers l'an 1200, affirmait qu'il y avait au nord de la Norvège, mais séparée par une mer immense, une contrée dont la situation et le nom étaient inconnus, privée de civilisation et habitée par des êtres monstrueux (2). D'après une cosmographie scandinave du XIIIe siècle, le Bjarmaland (Permie ou Russie du nord-est) était uni au Grœnland par des pays déserts (3). « Là où le Grœnland cesse d'être habité, commencent des glaciers, des montagnes désertes, des golfes, des côtes inabordables, jusqu'au Gandvik [Golfe de la sorcellerie ou Mer Blanche] à l'est. *Dans l'Épisode de Hall* Geit [*A la chèvre*], il est dit que, en allant par terre et à pied, à travers les montagnes et les glaciers, et en longeant les golfes et les côtes désertes, il réussit à atteindre le Gandvik et la Norvège. Une chèvre qu'il avait emmenée lui donnait du lait dont il vivait ; elle broutait l'herbe et les broussailles des vallées et des gorges étroites qu'il rencontrait souvent » (4). Des rennes font le même service à une latitude aussi élevée, mais c'est sur la terre même couverte de neige et non sur les glaces. Si la Saga avait parlé de chiens au lieu d'une chèvre, on aurait pu regar-

par Nicoló le Jeune en 1558 ; mais elle ne figure pas sur la reproduction donnée par Ruscelli dans l'édit. de Ptolémée en 1561. Ce géographe devait avoir appris que l'expédition Willoughby avait retrouvé, en 1553, le passage que les anciens Scandinaves suivaient pour gagner la mer Blanche. Aussi la légende précitée avait-elle fait place à une mer ouverte du côté de l'est.

(1) Cité dans *Grœnlands histor. Mindesm.*, t. III, p. 404.

(2) Saxo. Édit. citée, préface, t. I, p. 18 ; — *Grœnlands histor. Mindesm.*, t. III, pp. 425 et 426.

(3) *Grœnl. hist. Mind.*, t. III, pp. 216, 220, 222.

(4) Extr. des *Annales du Grœnland* par Bjœrn Jónsson de Skardsá, dans *Grœnlands hist. Mindesm.*, t. III, p. 525.

der l'aventureux Islandais comme le précurseur de Fridthjof Nansen et croire qu'il avait fait sur la banquise un trajet beaucoup plus extraordinaire que ceux de l'intrépide explorateur norvégien. C'est à lui que doit faire allusion le vieux traité de comput en langue norraine : « Certaines vieilles traditions prouvent que l'on peut aller et que l'on est allé à pied du Grœnland en Norvège » (1).

Il n'était pas défendu à Nicoló Zeno le Jeune de se tromper en ce point comme les Scandinaves de la fin du moyen âge et même comme les cosmographes du XVIe siècle (2), et de supposer que la *riviera* reconnue par un membre de sa famille faisait partie d'un grand littoral qui s'étendait d'Europe en Amérique ; mais rien ne prouve que cette erreur fût dans la lettre de Nicoló Zeno l'Ancien. Il n'y a qu'un point certain dans ce qui nous en reste, c'est que le volcan était au nord de l'Islande, d'où l'explorateur était parti en suivant une direction septentrionale. Son éditeur se basant sur ces données fit un croquis (3), qu'il plaça au N.-N.-E. de l'Islande (comme est en effet Jan-Mayen par rapport à cette île), et sur la côte de la prétendue terre boréale, à une distance raisonnable de Ther, qui doit être le dernier promontoire reconnu par Zicno ou Zichinni (4), sur la côte orientale du Grœnland. Ce point correspond au cap Brewster, à partir duquel le littoral grœnlandais cesse d'être orienté du sud-ouest au nord-est et prend une direction septentrionale. En raccordant la moitié méridionale du Grœnland, si remarqua-

(1) *Rymbegla ;* Copenhague, 1780, in-4°, p. 466 ; Extr. dans *Grœnl. hist. Mindesm.*, t. III, p. 526.

(2) Voyez Bjœrnbo et Petersen, Mém. sur *Claudius Clavus* (cité plus loin, p. 440, n. 2), pp. 251-255.

(3) Questo tanto si sá di Engroncland, della quale M. Nicoló descrive tutte le cose dette, e particolarmente la riviera da lui discoperta, come nel *disegno per me fatto* si può vedere (Remarque de Nicoló Zeno le Jeune, dans *Relat.*, édit. Major, p. 18. — Cfr. la trad., *supra*, p. 436).

(4) Sur l'établissement de celui-ci au port de Trin et sur son périple du Grœnland, voyez notre mém. sur *les Voyages transatlantiques des Zeno* dans LE MUSÉON, t. IX, n° 4, août 1890. Louvain, in-8°, pp. 465, 471-473.

blement cartographiée par l'expédition de Zichinni, avec le prétendu continent nordatlantique et, en empruntant le Danemark et la Norvège méridionale, non à Olaus Magnus, mais à une des cartes dressées à partir de 1552 d'après les observations du Holsteinois Marcus Jorden ou Jordanus (1), il a donné la figure, la moins défectueuse pour le temps, de l'ensemble des terres nordatlantiques. Le Grœnland de Zichinni, qui est la partie la plus originale de la carte des Zeno, est bien supérieur, pour la forme, l'orientation et la situation ou la nomenclature, à ceux de Claudius Clavus (né en 1388), des Ptolémées manuscrits des Bibliothèques nationale et Laurentienne de Florence, du majorat Zamoiski à Varsovie, Vaticane, Royale de Bruxelles, de la Collection du château de Wolfegg en Vurtemberg, et des Ptolémées édités au XVIe siècle, ainsi que des autres cartes dressées par Henricus Martellus, Donnus Nicolaus Germanus (Donis), Jacobus Angelus, Chr. Bondelmonte, Waldseemüller, Schœner, Laurentius Frisius (1522), Olaus Magnus (1539, 1567), Bordone (1547), J.-B. Pederzano (1548), insérées dans les Atlas cités en note ou publiées à part (2). Un détracteur

(1) Né à Crempe où il mourut en 1595. Il avait été professeur de mathématiques à l'Université de Copenhague, de 1550 à 1554. Il publia une carte de Danemark en 1552 (Ed. Erslev, *Jylland*. Copenhague, 1886, in-8°, pp. 144-155, avec extr. de cartes de 1562 et 1585 dressées d'après celle de 1552, pl. VIII et IX).

(2) Voyez la reproduction de la plupart de ces cartes apud : A.-E. Nordenskiœld, *Trois cartes précolombiennes*. Stockh. 1885 ; *Studier och Forskningar fœranledda af mina resor i hœga Norden*. Stockh. 1885 ; *Facsimile-Atlas till kartografiens œldsta historia*. Stockh. 1889 ; *Bidrag till Nordens œldsta kartografi*. Stockh. 1892 ; *Periplus : udkast till sjœkortens och sjœbœckernas œldsta historia*. Stockh. 1897 ; — Edv. Erslev, *Jylland, Studier och Skildringer til Danmarks geografi*. Copenhague, 1886 ; — Ch. Ruelens, *Monuments de la géographie des bibliothèques de Belgique*. Bruxelles, 1887 ; — L. Gallois, *Les Géographes allemands de la Renaissance*. Paris, 1890 ; et *De Orontio Finœo gallico geographo*. Paris, 1890 ; — G. Storm, *Om Zeniernes Reiser*, dans *Det Norske geographiske Selskabs Aarbog.*, t. II, 1890-1891. Christiania, 1891 ; — Jos. Fischer, *Die Entdeckungen der Normannen in Amerika*. Fribourg-en-Brisgau, 1902 ; trad. en anglais par Basil H. Soulsby. Londres, 1905 ; — A.-A. Bjœrnbo et C.-S. Petersen, *Fyenboen Claudius Claussœn*

des Zeno reconnaît même que « leur carte du Grœnland, représenté comme une péninsule qui s'étend vers le sud-ouest, est beaucoup meilleure que celles des doctes géographes des XVIIe et XVIIIe siècles... Jusqu'en 1778 c'était en certains points la meilleure carte (1) du Grœnland (2) ».

Les auteurs d'un mémoire très consciencieux et rempli de notions neuves sur Claudius Clavus soutiennent que ce géographe danois est l'auteur de la carte du Grœnland, qui a été imitée ou plus ou moins déformée par les cartographes que l'on vient d'énumérer. Il se targue en effet, dans les manuscrits de Vienne, d'avoir soigneusement cartographié et décrit *de visu* les mêmes contrées qui figurent sur la carte des Zeno (3) ; c'est peut-être vrai pour les pays scandinaves (d'ailleurs très difformes sur sa carte du Ptolémée de Nancy (4), et même dans celles qui

Swart (Claudius Clavus), Nordens ældste Kartograf, extr. de *Det K. Danske Videnskabs Skrifter*, 6e série, hist. et phil., t. VI, fasc. II Copenhague, 1904, in-4°.

(1) Nous n'en exceptons pas même le Grœnland d'une carte portugaise de 1504 dont il y a un extrait dans *History of the discovery of Maine*, par J.-G. Kohl. Portland, 1869, pl. VIII ; ni le Grœnland de la *Carta marina* de 1516 par Waldseemüller, dont il y a un fragment dans l'ouvrage précité du P. Jos. Fischer, pl. VIII.

(2) G. Storm, *Om Zeniernes Reiser*, p. 4. — Cfr. Nordenskiœld, *Studier och forskningar*, p. 26.

(3) Ego Claudius Claudii Niger... regna subscripta mihi visu experimentali mathematicaliter cognita picturæ diligentia, necnon scriptibili memoria posteris fideliter perennare curavi (Msc. de Vienne édité par Bjœrnbo et Petersen. *Op. cit.*, p. 168). Il ajoute à propos du Grœnland : « *New*, ultimus terre terminus nobis in illa parte cognitus » (*Ibid.*, p. 180). — S'il avait visité ce pays, les cartes dressées d'après ses indications (*Ibid.*, pl. 2 et 3) prouveraient qu'il l'avait bien mal vu, d'autant plus que sa nomenclature fantaisiste ne mentionne aucun des établissements européens qui existaient encore de son temps. — Voyez notre note sur Clavus dans la REVUE CRITIQUE D'HIST. ET DE LITT., XXXIXe ann., n° 28, 15 juillet 1905, pp. 25-27. Paris, in-8°.

(4) Publiée par Jean Blau dans *Mém. de la Soc. R. des sciences, arts et lettres de Nancy*, *1835* ; — par G. Waitz dans *Nordalbingische Studien*. Kiel, 1843, nouv. édit. 1858 ; — par Ed. Erslev dans *Jylland*, pl. V (réduction) ; — par A.-E. Nordenskiœld, dans *Trois cartes précolombiennes*. Stockholm, 1883 ; *Studier och Forskningar*, *ibid.*, *eod.*, pl. II ; — reproduite par G. Storm, *Den Danske Geograf Claudius Clavus*, dans *Ymer*. Stockholm, 1889.

ont été dressées d'après ses données astronomiques (1), ainsi que dans celles des types adoptés par lui), mais c'est certainement faux pour le Grœnland et l'Islande. Il ignore par exemple que la péninsule la plus septentrionale de cette île est sous le cercle polaire, et, tout en indiquant les degrés de latitude et de longitude pour vingt points (outre les évêchés de Hóls et de Skálholt), il leur donne des noms de lettres runiques et non de localités, comme si cette île eût été déserte et privée de nomenclature géographique. C'est bien pis pour le Grœnland, qu'il eût pu parcourir, comme sujet du roi dont dépendait ce pays : il ne reproduit aucun des nombreux noms consignés dans la description passablement détaillée du Grœnland par le Norvégien Ivar Bárdarson, qui visita le diocèse de Gards, vers 1341, en qualité d'administrateur ; mais il leur substitue des termes empruntés au dialecte danois de la Fionie, et qui, réunis, forment un insipide quatrain avec son refrain (2) ; chacun d'eux est minutieusement gradué, comme si leur situation avait été déterminée astronomiquement. Si ce n'est pas là un puéril moyen mnémonique pour enseigner la géographie, c'est un condamnable trompe-l'œil pour en imposer aux étrangers qui n'entendaient pas le fionien. Cl. Clavus n'a pu faire ce tour de force qu'en estropiant les noms portés sur la carte de Zichinni, et y en ajoutant d'autres pour compléter le sens de son quatrain.

Zichinni, au contraire, avait procédé sérieusement : n'ayant pas parcouru comme Ivar Bárdarson les parties habitées du Grœnland et n'ayant vu du haut de son navire que les fjords et les promontoires, et n'étant probablement pas en état de prendre hauteur, il avait dû laisser ce soin aux Vénitiens qui l'accompagnaient (3), et, en qualité de

(1) Par les soins de Bjœrnbo et Petersen, *op. cit.*, pl. II et III.

(2) Bjœrnbo, *op. cit.*, pp. 150-154, 179 et 180. — Voyez REVUE CRITIQUE, 1905, pp. 26 et 27.

(3) Voici ce que dit Nicoló Zeno le Jeune de l'inexpérience nautique des Frislandais de Zichinni : « Se non fosse stato M. Nicoló il suo piloto, ed i

corsaire sans prétention scientifique, il s'était borné à donner au pays et à vingt-trois de ses points des noms empruntés à l'ancien frison, sa langue natale, pour désigner des particularités de la nature. Des écrivains, même parmi ceux qui regardent la carte des Zeno comme un plagiat ou une compilation, ont constaté que ces noms, même déformés par l'éditeur ou l'imprimeur, ont une physionomie frisonne (1), hollandaise (2). Ils ont également remarqué que la configuration du Grœnland ne pouvait être l'œuvre des navigateurs septentrionaux, mais qu'elle avait dû être tracée en Italie (3). Nous aimerions mieux dire : « par des explorateurs italiens », les Zeno et les Vénitiens leurs compagnons, les seuls hommes de science qui passent pour avoir parcouru l'Océan Boréal au moyen âge.

Claudius Clavus, on l'a vu, ne possédait même pas sur le Grœnland les notions répandues chez les Islandais et les Norvégiens, et aucun de ses imitateurs, que l'on sache, n'avait visité ce pays. L'image étriquée qu'ils en ont reproduite ne peut provenir que de la figure plus ample et moins inexacte donnée par la carte des Zeno. Si l'on objecte

marinai Venetiani, tutta quell' armata, per giudicio di quanti u' erano sú, si sarebbe perduta, per la poca pratica, che havevano quelli di Zichmni a comparatione dei nostri, che nell' arte erano, si puó dir, nati, cresciuti, ed invecchiati. » (Édit. Major, pp. 7 et 8). — Après les infructueuses tentatives pour retrouver l'Estotilanda et aborder en Icaria, Zichinni s'établit près du cap de Trin au sud du Grœnland et renvoya en Frislanda Antonio Zeno avec toutes les grandes embarcations, ne gardant avec lui que les volontaires et *les barques* (i navigli da remo. Édit. Major, p. 30). — Ce dernier trait est un indice de la véracité du narrateur, car on a constaté de nos jours que le périple du Grœnland ne pouvait être fait à la voile, et que, pour l'exécuter, il valait mieux se servir de rameurs. C'est ainsi que Zichinni explora le littoral des deux côtés ; du moins Nicoló le Jeune l'induisait des indications portées sur la carte qu'il reproduisit de son mieux : quant à la relation de ce voyage, il ne la connaissait que par une allusion contenue dans une lettre d'Antonio Zeno à son frère Carlo (Édit. Major, pp. 33 et 34).

(1) Jap. Steenstrup, *Zeniernes Reiser i Norden*, dans *Aarbœger for nordisk Oldkyndighed og Historie*. Copenh. 1885, in-8°, pp. 158 et 159, 212 et 215.

(2) P. von Eggers, cité par Pl. Zurla, *Di Marco Polo e degli altri viaggiatori Veneziani*, t. II. Venise, 1818, in-4°, p. 89.

(3) Bjœrnbo et Petersen, *op. cit.*, p. 217.

que celle-ci n'a été publiée qu'en 1558, on répondra que la première carte de Clavus ne l'a bien été que de nos jours, et que la seconde n'a été dressée d'après ses indications qu'en 1904; ce qui n'a pas empêché, comme nous l'admettons fort bien, qu'elles aient été maintes fois copiées et remaniées. De même la carte des Zeno a pu circuler en manuscrit plus de cent cinquante ans avant qu'un de leurs descendants eût l'idée de la compléter et de la faire graver. Que l'original soit leur œuvre ou qu'ils se soient bornés à l'apporter du nord au midi, il est certain qu'aucun des prédécesseurs ou même des contemporains de Nicoló Zeno le Jeune n'a fait mieux ou aussi bien ; de plus, comme aucune des cartes du même type n'a été attribuée à un cosmographe qui passe pour avoir visité le Grœnland, il faut bien admettre que les Zeno doivent être regardés, sinon comme auteurs, tout au moins comme propagateurs de la carte qui porte leur nom, mais dont leur éditeur, avec sa réserve habituelle (1), laisse tout le mérite à Zichinni, le chef de l'exploration.

Cette digression, en apparence inutile, était indispensable pour montrer que les Zeno ne sont ni des faussaires, ni des plagiaires, et que les obscurités de leur relation peuvent s'expliquer. C'est le cas notamment pour le monastère de Saint-Thomas, que leur éditeur avait des motifs, insuffisants nous l'avouons, de placer près d'un continent, au lieu de le localiser dans l'île improprement nommée d'après Jan-Mayen, son dernier découvreur. Ils ne l'ont pas inventée, car si ce n'est pas, comme le supposait G. Storm (2), le Svalbard (Pointe fraîche) des anciens

(1) Relat. des Zeno, édit. Major, pp. 53 et 54. — Il n'attribue à Nicoló Zeno l'Ancien que la description du monastère de Saint-Thomas ; il ne donne pas Antonio Zeno comme l'explorateur de l'Estotilanda et de Drogio, ni comme chef de la flotte équipée pour aller à la recherche de ces pays, ni comme le découvreur de l'Ikaria et du cap de Trin en Grœnland, ni comme l'auteur de la carte de ce pays. Il n'a pas l'air de vouloir avantager en quoi que ce soit les membres de sa famille.

(2) *Columbus paa Island*, p. 78 de *Det Norske geografiske Selskabs Aarbog*, t. IV. Christiania. 1893. in-8°.

Islandais, c'était au moins le volcan décrit par la *Pérégrination de saint Brendan*, l'*Hechelberg* de J. Virdung, et aussi le *Juegelberch* de l'*Itinéraire Brugeois* de la fin du XIVe siècle (1). Ce que nous en apprend ce Guide des Pèlerins est malheureusement trop bref, ce qui n'empêche pas d'en tirer de précieuses lumières : On va, y est-il dit, « par mer de l'Islande jusqu'au Grœnland, ensuite jusqu'aux Kareli ; chez ceux-ci, au milieu de l'année (2). Or, c'est un peuple monstrueux (3), où il y a un mont nommé Juegelberch, qui est en feu d'un côté et de l'autre, sous la glace » (4). *Juegel*, dans ce nom composé, correspond à *Hechel* que nous avons également trouvé uni à Berg (5) ; mais l'étymologie diffère, quoique la signification soit au fond la même. Ce doit être une forme flamande de *jœkul* (glacier) en islandais, *jœechil* dans le dialecte des Færœs, *jukul*, *jakel*, *jokl* en norvégien, *jokel* en bas allemand. Ce glacier était ignivome comme l'Hechelberg et il présentait, comme lui, le contraste du chaud et du froid. Quoiqu'il ne soit pas dit qu'il y eut là également des hommes religieux, cela résulte de ce que l'on y allait en pèlerinage. Ce n'était certainement pas dans l'unique but de voir un peuple monstrueux que l'on faisait un si long voyage, pas même pour assister aux éruptions d'un volcan : on aurait eu à peu près le même spectacle dans un pays

(1) Mscr. de la bibl. de Gand publié par J. Lelewel, dans *Épilogue de la géographie* du moyen âge. Bruxelles, 1857, in-8°.

(2) « Per medium annum », parce que les glaces en interdisaient l'accès au commencement et à la fin de l'année.

(3) Saxo Grammaticus (*Hist. danica*, préf. t. I, p. 18) qualifie le pays peu connu et innomé, situé au nord de la Norvège, de « regionem... monstrosæ novitatis populis abundantem. » — « Gronolande où sont monstres en figure humaine, ayans tous les membres peluz » (Ant. de la Salle, *la Salade*, composée vers 1440. Paris, 1521, 1527, in-fol., cité par Bjœrnbo et Petersen, *op. cit.*, p. 238).

(4) « De Ysland usque Grœnland per mare ; deinde usque Kareli. Kareli per medium annum. Est enim populus monstruosus. Et habent montem que vocatur Juegelberch et est mons igneus ab una parte et glatialis ab alia parte » (Lelewel, *Épilogue*, p. 287).

(5) *Supra*, pp. 430 et 431.

moins inabordable, c'est-à-dire en Islande. Que pouvaient bien être ces Kareli ? C'étaient certainement les *Kareli infideles*, dont le pays, selon la première carte de Claudius Clavus, s'étendait de l'ouest à l'est depuis le Grœnland jusqu'à un point correspondant au monastère de Saint-Thomas. Voici ce que l'on lit à ce propos dans les manuscrits viennois de Claudius Clavus : « La péninsule grœnlandaise est attenante à une terre, inaccessible dans sa partie septentrionale ou inconnue à cause de la glace. Il y vient pourtant sans cesse, comme je l'ai vu, des Kareli païens en troupe nombreuse, et cela sans doute de l'autre côté du pôle arctique » (1). La ressemblance de ce nom ethnique avec celui des Karjalais ou Caréliens des confins de la Finlande et de la Russie a donné lieu de confondre ceux-ci avec les Karalis ou Kalalis (2), comme s'appellent les Esquimaux du Grœnland. Mais, outre qu'un Danois relativement bien informé des choses du nord, comme l'était Cl. Clavus, n'aurait pas placé sous le pôle et au nord du Grœnland les Caréliens, qui en sont séparés par une large étendue de terres et de mers, il devait savoir, étant comme eux sujet du roi des trois États scandinaves, qu'une partie d'entre eux avaient été baptisés par des missionnaires russes depuis une centaine d'années, et que les autres avaient été convertis au catholicisme vers la fin

(1) Bjœrnbo et Petersen, *op. cit.*, p. 179. — Schœner (*Opera mathematica*. Nuremberg, 1551, p. 139), qui copie Cl. Clavus, ajoute que les *Caroli* sauvages (sylvestres) viennent en Grœnland *mercimoniarum gratia* cum exercitu magno. A moins que cette addition des deux mots en italiques ne soit arbitraire, elle confirme ce que Nicoló Zeno dit des échanges (Voyez *supra*, pp. 432, 434, 436).

(2) Bjœrnbo et Petersen, pp. 236 et 237. — Dès 1879 nous avons démontré par de nombreux exemples que le nom de *Skrœling* donné aux Esquimaux par les anciens Scandinaves devait être une transcription de leur nom national *Kalalik* (au pluriel Kalalit) et *Karalik* (*Les Skrœlings, ancêtres des Esquimaux*. Extrait de la REVUE ORIENTALE ET AMÉRICAINE, publiée par Léon de Rosny. Paris, 1879. pp. 24 et 25). La même étymologie a été adoptée par le Dr G. Storm (*Historisk Tidsskrift*, 3e sér., t. I, p. 383. Christiania, 1889, in-8°; — *Ymer*. Stockholm, 1889, p. 140).

du XIVe siècle (1). Il n'aurait donc pu les appeler infidèles, ni croire que ces citoyens suédois auraient pu attaquer sans cesse les Norvégiens du Grœnland leurs confédérés. On sait, au contraire, pertinemment que les Esquimaux païens faisaient alors de fréquentes incursions chez les chrétiens du Grœnland et qu'ils finirent par les exterminer (2).

Si les moines de Saint-Thomas étaient originaires des pays et des îles nordatlantiques, comme l'affirme Nicoló Zeno (3), rien n'empêche de croire qu'ils fussent de l'ordre de saint Dominique. Les Frères-Prêcheurs étaient, en effet, fort répandus dans la province de *Dacia*, qui comprenait non seulement le Danemark, comme l'indique son nom, mais encore la Suède et la Norvège avec ses dépendances. Établis en Danemark dès 1222, six ans seulement après la fondation de leur ordre, ils y eurent jusqu'à dix-huit couvents; treize en Suède et Finlande; quatre en Norvège. Une de leurs principales tâches étant de se mettre en relations avec les basses classes et de convertir les infidèles, ils purent bien fonder une mission dans un îlot perdu, que fréquentaient les Karalis infidèles. Cette humble succursale de leurs grands monastères n'a pas attiré l'attention des historiens de l'ordre ; mais peut-être trouvera-t-on dans les Archives pontificales, d'où il est sorti récemment tant de précieux documents, quelques passages relatifs à la plus septentrionale des maisons Dominicaines. Nous ne pouvons nous flatter de connaître actuellement tout ce que nos prédécesseurs ont su d'elle : on ignore, par exemple, d'où J. Pontanus a tiré la date de 1224

(1) A.-M. Strinholm, *Svenska folkets historia*, t. V. Stockholm, 1852, in-8°, pp. 17, 51, 62.

(2) Voyez les sources citées dans notre mém. sur *La Chrétienté du Grœnland au moyen âge* (dans la REVUE DES QUESTIONS HISTOR., t. LXXI, avril 1902. Paris, in-8°, pp. 564, 568, 574 et 575); — Bjœrnbo et Petersen, *op. cit.*, pp. 215 et 216.

(3) Voyez *supra*, p. 454.

comme année de la fondation de ce couvent (1), mais on peut bien admettre que c'est d'une source perdue et qu'il ne l'a pas inventée.

Le Dr Lukas Jeliç, à qui l'on doit la connaissance de l'une des pièces les plus intéressantes pour l'histoire de l'Église grœnlandaise (2), en a signalé une autre qui confirme indirectement la *Relation des Zeno*. C'est une description de la Norvège, dont deux exemplaires, l'un du xve, l'autre du xvie siècle, se trouvent respectivement dans les Bibliothèques Chigi et Corsini, à Rome. Le Dr G. Storm en a publié un extrait dont nous traduisons littéralement le passage suivant : « Dans ces derniers temps, les illustres ordres des Prêcheurs et des Minorites ont, comme de nouveaux apôtres envoyés par le Seigneur, éclairé les peuples de la Norvège par de saints travaux et leur précieux enseignement de l'Écriture Sainte. Les moines qui y demeurent ont dans leurs locaux des étuves où ils chauffent assez souvent des eaux qu'ils dirigent au réfectoire (3) par des conduites cachées entre les bancs et les sièges sur lesquels les moines sont assis pour le repas. Ils ne peuvent faire autrement (4). »

Les hôtes du monastère de Saint-Thomas ne faisaient pas autrement non plus, si ce n'est d'appliquer sur une plus grande échelle, aussi bien pour leurs serres que pour leur

(1) *Chorographica Daniæ descriptio*, p. 738, citée par H.-F. J. Estrup, *Nogle Bemærkninger angaaende Grœnlands Œsterbygde* (dans *Det Skandinaviske Litteraturselskabs Skrifter*, t. XX. Copenhague, 1824, in-18, p. 234).

(2) Trad. dans notre mém. sur *La Chrétienté du Grœnland au moyen âge*, pp. 580 et 581.

(3) Dr G. Storm, qui dit avoir rétabli les lettres supprimées, comme il y en a tant dans les manuscrits du moyen âge et notamment dans l'épreuve photographique de l'une des deux descriptions, lit et imprime *refrigeratorium*, mais le contexte indique assez qu'il faut lire *refectorium*, puisqu'il s'agissait de chauffer une salle à manger. Il eût été bien illogique de faire aboutir à un *réfrigerant* la conduite d'eau chaude ou plutôt de vapeur.

(4) G. Storm, *Nouveaux renseignements sur l'ancien Grœnland*, pp. 405, 407 de *Historisk Tidsskrift udgivet af den Norske historiske Forening*, 3e sér., t. II, fasc. 4. Christiania, 1892, in-8°.

cuisine, l'ingénieux calorifère dont se servaient les Dominicains et les Franciscains de Norvège et dont leurs frères du Midi avaient trouvé des modèles dans les thermes des Romains. De ce que les calorifères étaient en usage chez les anciens, nous ne conclurons pas avec le Dr Storm que « le simple exposé de la géographie italienne du xve siècle [citée plus haut] ne peut servir, comme le prétend le Dr Jeliç, à confirmer la Relation des Zeno ; qu'au contraire il indique d'où est tirée leur description et avec quelle fantaisie ils ont traité leur source » (1). Entre ces deux opinions contradictoires, nous aimons mieux nous rallier à celle du Dr Jeliç, et regarder les moines de Saint-Thomas comme des imitateurs, plutôt que de prendre pour un plagiat ou une amplification arbitraire le passage où Nicoló Zeno montre avec quel art ils avaient adapté à leur habitation des procédés connus, en tirant bon parti de la source chaude, pour rendre plus hospitalière une station boréale qui passait autrefois pour inhabitable.

Quand un naturaliste de la valeur du baron A.-E. Nordenskiœld affirme que la description du monastère de Saint-Thomas « ne peut être imaginaire » (2), on peut, sans être taxé de naïveté ou de crédulité, examiner s'il pouvait exister au pied du volcan de Saint-Thomas deux sources absolument disparates. Voici comment nous comprenons ce singulier phénomène. Le Volcan du Beerenberg, éteint aujourd'hui, après avoir été en éruption au temps de la *Pérégrination de saint Brendan*, était dans un calme relatif lors de l'exploration de Nicoló Zeno ; mais un au moins de ses cratères latéraux continuait à vomir, sans violente convulsion, des matières ignées, et sa chaleur fondait en partie la glace perpétuelle du sommet. L'eau descendait par deux rigoles : l'une, allant directement au monastère, était glaciale ; l'autre, s'arrêtant dans quelque excavation près du cratère, y était échauffée

(1) G. Storm, *op. cit.*, p. 406.
(2) *Studier och forskningar*, p. 57.

jusqu'à l'ébullition (1) ; ce qui débordait, coulait vers le couvent parallèlement à l'autre source, et était capté dans des tuyaux allant à la cuisine et aux serres.

Quoique les explications données plus haut nous semblent suffisantes, il ne serait pas superflu de les corroborer par d'autres preuves. Mais nous ne pouvons regarder comme tel le témoignage de Dithmar Blefken. Dans la relation qui porte son nom (2), il se donne pour aumônier de deux navires hambourgeois qui firent voile pour l'Islande en 1563. Il dit s'y être entretenu en latin, par l'intermédiaire d'un interprète, avec un vieux moine aveugle resté à Helgafell après la sécularisation de ce monastère. Né en Grœnland, ce moine aurait été placé dans sa jeunesse au monastère de Saint-Thomas, mais l'évêque du Grœnland l'en aurait fait sortir à l'âge de trente ans, et, après l'avoir emmené en Norvège, l'aurait à son retour laissé en Islande. Le vieillard rapportait que les murs de Saint-Thomas étaient faits de pierres de grès vomies par un volcan du voisinage, semblable à l'Hékla, d'où jaillissait une source, dont les eaux bouillantes, conduites dans les cellules, servaient à cuire les aliments, et que, répandues sur les pierres volcaniques, elles les réduisaient en bouillie employée comme chaux.

Nous n'avons pas à continuer l'analyse de faits et d'aventures qui ne concernent pas notre sujet ; il suffit de dire que cette relation ne nous apprend rien de plus que les Zeno sur le monastère de Saint-Thomas, et c'est probablement dans leur relation, publiée depuis une cinquantaine d'années, que Blefken a puisé ce qu'il en dit. Il n'aurait pu

(1) Il eût suffi d'ailleurs qu'il tombât des pierres incandescentes dans ce réservoir pour en faire bouillir le contenu (Voyez *supra*, pp. 420 et 421).

(2) *Islandia sive populorum et mirabilium quæ in ea insula reperiuntur accuratissima descriptio*, cui de Grœnland *sub finem quædam adjecta*. Leide, 1607, in-12 ; — en hollandais, dans *Naaukeurige Versameling der gedenkwaardigste zee- en land- reysen na Oost- en West-Indiën*, publié chez Pieter Van der Aa. *Ibid.*, 1707, in-18, t. XVII ; — en allemand, dans Hieronymi Megiserii *Septentrio novantiquus*. Leipzig, 1613, in-8°.

être renseigné par le prétendu moine de Helgafell, car, même en supposant que celui-ci ait eu cent ans en 1563, il n'aurait pu, à l'âge de trente ans, c'est-à-dire en 1493, être emmené en Norvège par un évêque du Grœnland : Eskil, le dernier de ceux qui aient fonctionné dans ce pays, était mort avant le 27 mars 1411 (1) ; tous ses successeurs furent des évêques *in partibus*, et parmi ceux-ci on n'en connaît pas un qui fût allé en Grœnland : d'après un bref de la première année du pontificat d'Alexandre VI (1492), « depuis quatre-vingts ans environ, aucun évêque ni prêtre n'a personnellement résidé en Grœnland » (2). Il est donc certain qu'aucun évêque titulaire ou *in partibus* du Grœnland, n'a pu laisser en Islande après 1411 un moine originaire du Grœnland. D'autres erreurs de faits et de dates que l'on peut relever dans la Relation de Blefken la rendent plus que suspecte, et elle a été vivement critiquée par de sérieux érudits (3). Nous nous passerons d'elle d'autant plus facilement, que, fût-elle véridique, elle ne nous apprendrait rien de nouveau.

Contentons-nous donc des quatre premiers documents que nous avons traduits et commentés. Ils s'accordent, au fond, à dire la même chose, mais dans des termes si différents que l'on ne peut les soupçonner de s'être copiés mutuellement, et il est vraisemblable que, si les auteurs de la *Pérégrination de saint Brendan* ou de l'*Itinéraire Brugeois*, si J. Virdung (4), Irenicus ou les Zeno, avaient connu une des versions parallèles à la leur, ils n'auraient

(1) Voyez *La Chrétienté du Grœnland au moyen âge*, p. 574.

(2) *Ibid.*, p. 580.

(3) Arngrim Jónsson, *Anatome Blefkeniana*. Hóls, 1612, in-8° ; Hambourg, 1613, in-4° ; — Finn Magnusen, dans *Journal for Politik, Natur- og Menneske-Kundskab*, t. I, février 1829, pp. 173-181 ; — *Grœnlands histor. Mindesm.*, t. III, pp. 507-513.

(4) Si celui-ci, par exemple, avait emprunté aux Zeno ce qu'il dit de l'Hechelberg, il ne l'aurait pas placé dans une île, mais plutôt sur l'hypothétique prolongation orientale du Grœnland, encore admise de son temps et même longtemps après lui.

pas mieux que les commentateurs modernes compris que le terrible volcan de l'Océan Boréal, l'étrange mont aux deux sources, le mont du pays des Karalis, et le volcan du monastère de Saint-Thomas, étaient dans une même localité. Tous les quatre documents décrivent des phénomènes qui ne peuvent s'expliquer que par une action volcanique plus ou moins intense, et ils les localisent (à la même latitude) selon trois d'entre eux (1) dans l'Océan Boréal, où il n'y en a pas d'autres que ceux de l'île de Jan-Mayen ; et un seul parmi eux qui soit en même temps mantelé *(hechel)* d'un glacier *(juegel)*, mais les trois qui lui donnent un nom l'appellent différemment : *Hechelberg* (chez Virdung-Irenicus), *Juegelberch* (dans l'*Itinéraire Brugeois)*, *Volcan de Saint-Thomas* (dans la *Relation des Zeno)*. Pour la *Peregrinatio* et Virdung, c'était une des bouches de l'enfer, parce qu'il avait été observé pendant une violente éruption. Le Guide Brugeois et Nicoló Zeno, qui l'avaient vu dans une période de calme relatif, considéraient au contraire le contraste de deux sources entièrement disparates quoique voisines, comme un spectacle propre à provoquer la religiosité chez les chrétiens, la soumission et le respect chez les païens. Tandis que Nicoló Zeno affirmait, vers 1400, qu'il y avait là un sanctuaire desservi par des Frères-Prêcheurs, qui étaient à leur tour servis par des pagayeurs de Kayak ou Karalis, les assertions de Virdung impliquent nécessairement qu'il y avait des habitants dans la localité, et, parmi eux, des chrétiens, puisqu'ils étaient fort adonnés au culte divin, expression qu'un écrivain catholique n'aurait certainement pas employée en parlant d'infidèles ; l'*Itinéraire* donne à entendre que, vers 1380, c'était soit un point de départ pour des pèlerins allant à Rome, à Jérusalem, soit un lieu de pèlerinage pour des

(1) A sept jours de navigation rapide au nord du 60° de latitude N. (Voyez *supra*, p. 419 ; à quatre degrés et demi plus haut vers le Nord que l'Islande, d'après la carte des Zeno ; à l'extrémité orientale des parages fréquentés par les Karalis, d'après l'*Itinéraire* (*supra*, pp. 445 et 446).

hommes pieux, voulant admirer la toute-puissance du Créateur dans un des plus curieux phénomènes de la nature, soit une contrée où il fallait envoyer des missionnaires pour la conversion d'un peuple monstrueux, les Karalis idolâtres, qui, d'après les Zeno et Cl. Clavus, chassaient et pêchaient jusque dans les parages de l'île de Jan-Mayen. Et qui sait si ce n'est pas la présence de ces païens qui porta les Dominicains de la province de Dacia à fonder le monastère de Saint-Thomas? Cet établissement, le plus septentrional de la Chrétienté, aurait été déjà ancien, lorsque Nicoló Zeno le visita vers 1400; mais il n'y a pas apparence qu'il ait duré longtemps encore, puisque l'histoire ecclésiastique du Nord n'en fait pas mention. Les intempéries et les maladies auront pu décimer rapidement les Européens et éloigner les Esquimaux, uniquement attirés vers eux par l'espoir de faire des échanges; puis de nouvelles éruptions, moins bénignes cette fois, auront couvert de cendres les cellules, les serres, l'église, les abris des pêcheurs, à moins que les érosions fréquentes sur les flancs du Beerenberg (1) n'aient fait tomber le tout au fond de la mer.

En ces derniers points, comme en beaucoup d'autres, nous sommes réduits aux conjectures, et, pour obtenir de nouvelles notions qui corroborent ou infirment les conclusions tirées de la remarquable concordance de nos quatre documents, nous n'avons d'autres ressources que d'appeler l'attention des explorateurs sur les faits à vérifier sur place (2), et celle des émules des Drs Jeliç et G. Storm sur des recherches à faire ultérieurement dans les archives romaines. Les trouvailles qu'on y a faites récem-

(1) « Dans le cours des dernières années de notables changements ont été opérés par l'action volcanique » (Fr. Umlauft, *Rapport* cité, p. 73).

(2) C'est ce que nous n'avons pas manqué de faire en apprenant que le baron A.-E. Nordenskiœld devait visiter l'île de Jan-Mayen lors de sa seconde expédition en Grœnland : nous lui avons adressé au moment de son départ un article de la REVUE CRITIQUE, où le volcan de Saint-Thomas était pour la première fois identifié avec le Beerenberg; inutilement, puisque, contrairement au programme primitif, il ne passa pas vers cette île.

ment, et qui éclairent l'histoire ecclésiastique du Nord, nous donnent bon espoir pour l'avenir. S'il reste encore bien des points de détail à élucider, l'ensemble et les traits principaux sont déjà passablement éclaircis : grâce au rapprochement de faits épars qui, restant isolés, étaient sans valeur probante, nous croyons être parvenu à expliquer quelques-uns des passages les plus intéressants de la *Pérégrination de saint Brendan* et de la *Relation des Zeno ;* s'ils ne sont plus invraisemblables, on ne doit plus les regarder comme fabuleux, ni traiter d'impostures, ou même de simples erreurs, les récits d'anciens navigateurs concernant des îles et des contrées, que les modernes croyaient avoir découvertes, mais qu'ils ont simplement *retrouvées*, comme le disaient avec tant de justesse les cosmographes et les éditeurs italiens du temps de la Renaissance.

E. Beauvois.

LE SCORPION LANGUEDOCIEN

De mœurs occultes et de fréquentation peu engageante, le Scorpion n'a guère d'histoire en dehors des données anatomiques. Le scalpel des maîtres nous en a révélé la structure organique, mais nul observateur, que je sache, ne s'est avisé de l'interroger avec quelque insistance sur ses habitudes intimes. Éventré, après macération dans l'alcool, il est très bien connu ; agissant dans le domaine de ses instincts, il est presque ignoré. Nul mieux que lui cependant, parmi les animaux segmentés, ne mériterait les détails d'une biographie. De tout temps il a frappé l'imagination populaire au point d'être inscrit dans les signes du zodiaque. Divinisé par l'effroi, le Scorpion est glorifié dans le ciel par un groupe d'étoiles.

Essayons de donner un aperçu de ses mœurs, surtout à l'époque de la pariade et de la famille, alors que se manifestent les instincts les plus remarquables de la bête. Mon sujet sera principalement le Scorpion languedocien (*Scorpio occitanus* Latr.), le chef de file du groupe en nos régions par sa taille et la virulence de son venin.

Le vulgaire Scorpion noir (*Scorpio europeus*, Linn.), répandu dans la majeure partie de l'Europe méridionale, est connu de tous. Il fréquente les lieux obscurs, au voisinage de nos habitations ; dans les journées pluvieuses de l'automne, il pénètre chez nous, parfois même sous les couvertures de nos lits. L'odieuse bête nous vaut plus d'effroi que de mal. Quoique non rares dans ma demeure actuelle, ses visites n'ont jamais eu de conséquences de

la moindre gravité ; surfaite de renommée, la triste bête est plus répugnante que dangereuse.

Bien plus à craindre et bien moins connu de chacun, le Scorpion languedocien est cantonné dans les provinces méditerranéennes. Loin de rechercher nos habitations, il se tient à l'écart, dans les solitudes incultes. A côté du noir, c'est un géant qui, parvenu à sa pleine croissance, mesure de huit à neuf centimètres de longueur. Sa coloration est le blond de la paille fanée. Sa sauvage robusticité d'armure est caractéristique. On dirait l'animal façonné par éclats à coups de doloire.

Il abonde dans mon voisinage. Nulle part je ne l'ai vu aussi fréquent que sur les collines sérignanaises, à pentes ensoleillées, rocailleuses, aimées de l'arbousier et de la bruyère en arbre. Le frileux y trouve une température africaine et de plus un sol aréneux, d'excavation aisée. C'est là, je pense, son ultime station vers le nord.

Les lieux qu'il préfère sont les cantonnements pauvres de végétation, où le roc émergé en feuillets verticaux se calcine au soleil, se déchausse par le fait des intempéries et finit par crouler en plaques. On l'y rencontre constamment seul sous le même abri. En vain je le fréquente, il ne m'arrive jamais d'en trouver deux sous la même pierre ; ou, pour plus d'exactitude, quand il y en a deux, l'un est en train de manger l'autre. Nous verrons tantôt que ce sont là des rites nuptiaux accomplis au printemps.

Le gîte est très sommaire. Retournons les pierres, en général plates et de quelque étendue. La présence du Scorpion se dénote par un couloir de l'ampleur d'un fort col de bouteille et de la profondeur de quelques pouces. Se baissant, on voit d'habitude le maître de céans sur le seuil de sa demeure, les pinces étalées et la queue en posture de défense. D'autres fois, propriétaire d'une crypte plus profonde, l'ermite est invisible. Pour l'amener au jour, il faut l'emploi d'une petite houlette de poche. Le voici qui relève et brandit son arme. Gare aux doigts !

Des pierres retournées et des observations fortuites sur les collines voisines ne pourraient suffire à me renseigner ; je dois recourir à l'éducation, seule manière de faire raconter à la bête ses mœurs intimes. Des diverses méthodes que j'ai employées, celle qui m'a le mieux réussi consiste à faire emploi d'une vaste cage vitrée, meublée de sable et de larges tessons qui représenteront les pierres plates des lieux d'origine. J'y installe mes scorpions, au nombre d'une paire de douzaines, les deux sexes étant représentés. Le luxueux palais de verre, le Louvre à Scorpions, curiosité de ma demeure, reste toute l'année en plein air, sur une banquette du jardin, à quelques pas de ma porte. Nul de la maisonnée ne passe sans y donner un coup d'œil.

De toute la mauvaise saison nul de mes pensionnaires ne se montre, nul ne sort de dessous le tesson choisi pour domicile. En avril, lorsque nous revient l'hirondelle et que sonne la première note du coucou, une révolution se fait dans l'établissement. Tous les soirs, à la nuit close, entre sept et neuf heures, vive animation. Ce qui, de jour, semblait désert, devient scène réjouissante. A peine le souper fini, toute la maisonnée y accourt. Une lanterne appendue devant le vitrage nous permet de suivre les événements. C'est notre distraction après les tracas de la journée ; c'est notre spectacle. En ce théâtre de naïfs, les représentations sont de tel intérêt que, dès l'allumage de la lanterne, petits et grands nous venons tous prendre place au parterre. Essayons de donner au lecteur une idée de ce qui se passe.

A proximité du vitrage, dans la zone discrètement éclairée par la lanterne, bientôt se forme nombreuse assemblée. Partout ailleurs, de ci, de là, se promènent des isolés qui, attirés par la lumière, quittent l'ombre et accourent aux réjouissances de l'illumination. Les papillons nocturnes ne viennent pas mieux aux clartés de nos lampes. Les nouveaux venus se mêlent à la foule, tandis

que d'autres, lassés des ébats, se retirent dans l'ombre, quelque temps s'y reposent, puis, fougueux, rentrent en scène.

C'est une sarabande non dépourvue d'attraits que celle de ces horreurs affolées de liesse. Les uns arrivent de loin ; avec gravité, ils émergent de l'ombre ; soudain, d'un élan rapide et doux pareil à une glissade, ils vont à la foule, dans la lumière. Leur agilité fait songer à des souris trottant menu. On se recherche ; on se fuit précipitamment aussitôt touchés du bout des pinces, comme s'ils s'étaient mutuellement échaudé les doigts. D'autres, après s'être un peu roulés avec les camarades, à la hâte détalent, éperdus ; ils se rassurent dans l'ombre et reviennent.

Par moments, vif tumulte : confus amas de pattes qui grouillent, de pinces qui happent, de queues qui se recourbent et choquent, menaçantes ou caressantes, on ne sait au juste. Dans la mêlée, sous une incidence favorable, des paires de points s'allument et brillent comme des escarboucles. On les prendrait pour des yeux lançant des éclairs ; en réalité, ce sont deux facettes qui, polies en réflecteurs, occupent l'avant de la tête. Tous prennent part à la bagarre, les gros et les petits, les femelles et les mâles. On dirait une bataille à mort, un massacre général, et c'est jeu folâtre. Ainsi se pelotent les jeunes chats. Bientôt le groupe se disloque ; chacun déguerpit un peu de partout, sans blessure aucune, sans encombre.

Voici les fuyards de nouveau rassemblés devant la lanterne. Ils passent et repassent, ils s'en vont et reviennent, souvent se rencontrent front contre front. Le plus pressé marche sur le dos de l'autre, qui laisse faire sans autre protestation qu'un mouvement de croupe. L'heure n'est pas aux bourrades ; tout au plus, entre rencontrés, s'échange une taloche, c'est-à-dire un coup de la crosse caudale. En leur société, ce choc bénin, où la pointe du dard n'intervient pas, est une manière de coup de poing de fréquent usage.

Il y a mieux que des pattes emmêlées et des queues brandies ; il y a parfois des poses d'une haute originalité. Front contre front et les pinces ramenées, deux lutteurs font l'arbre droit, c'est-à-dire qu'appuyés sur l'avant seul, ils redressent tout l'arrière du corps, si bien que la poitrine montre à découvert les huit pochettes blanches de la respiration. Alors les queues tendues en ligne droite et verticalement dressées échangent de mutuelles frictions, glissent l'une contre l'autre, tandis que leurs extrémités font croc et doucement, à multiples reprises, se nouent et se dénouent. Brusquement l'amicale pyramide s'écroule, et chacun détale à la hâte, sans autre cérémonie.

Que se voulaient les deux lutteurs en leur originale posture ? Était-ce prise de corps entre deux rivaux ? Il semble bien que non, tant la rencontre est pacifique. La suite des observations devait m'apprendre que ce sont là des agaceries de fiançailles. Pour déclarer sa flamme, le Scorpion fait l'arbre droit.

Holà ! Qu'est donc ceci, vu pour la première fois le 25 avril ? Deux Scorpions sont en face l'un de l'autre, les pinces tendues et les doigts saisis. Ce sont d'amicales poignées de main et non des préludes de bataille, car le couple se comporte de la façon la plus pacifique. Il y a là les deux sexes. L'un est pansu et rembruni, c'est la femelle ; l'autre est relativement fluet et de teinte pâle, c'est le mâle. La queue joliment spiralée, ils déambulent, à pas mesurés, le long du vitrage. Le mâle est en tête et marche à reculons, sans secousse, sans résistance vaincue. La femelle suit obéissante, saisie par le bout des doigts et face à face avec son entraîneur.

La promenade a des haltes, qui ne changent rien au mode de liaison ; elle a des reprises, tantôt par ici et tantôt par là, d'un bout à l'autre de l'enceinte. Rien n'indique vers quel but tendent les promeneurs. Ils flânent, ils musent, échangeant peut-être des œillades. Ainsi dans

mon village, le dimanche, après vêpres, la jeunesse se promène le long des haies chacun avec sa chacune.

Souvent ils virent de bord ; c'est toujours le mâle qui décide de la nouvelle direction à prendre. Sans lâcher prise des mains, il fait gracieusement un demi-tour et se range flanc contre flanc avec sa compagne. Alors, un moment, de sa queue couchée à plat, il lui caresse l'échine. L'autre ne bouge, impassible.

Une grosse heure, je ne me lasse de ces interminables allées et venues. Une partie de la maisonnée me prête le concours de ses yeux devant l'étrange spectacle que nul au monde n'a encore vu, du moins avec des yeux capables d'observer. Malgré l'heure tardive, pénible pour nos habitudes, notre attention se concentre et rien d'essentiel ne nous échappe.

Enfin, vers les dix heures, un dénouement se fait. Le mâle est parvenu sur un tesson dont l'abri paraît lui convenir. Il lâche sa compagne d'une main, d'une seule, et tenant toujours bon de l'autre, il gratte des pattes, il balaye de la queue. Une grotte s'ouvre. Il y pénètre, et petit à petit, sans violence, il y entraîne la patiente Scorpionne. Bientôt, les deux ont disparu. Un bourrelet de sable ferme la demeure. Le couple est chez lui.

Le troubler serait une maladresse ; j'interviendrais trop tôt peut-être, en un moment inopportun, si je voulais voir tout de suite ce qui se passe là-dessous. En préliminaires, les choses vont durer sans doute la majeure partie de la nuit, et les longues veillées commencent de peser à mes quatre-vingts ans. Les jarrets fléchissent, du sable me roule dans les yeux. Allons dormir.

Le lendemain, dès l'aube, je soulève la pierre. La femelle est seule. Du mâle aucune trace, ni dans le gîte, ni dans le voisinage. Première déception que devaient suivre bien d'autres.

Une quinzaine de jours après, vers les sept heures du soir, le ciel est voilé avec signes d'une prochaine averse.

Sous l'un des tessons de la cage vitrée, un couple se trouve, immobile, face à face et se tenant les doigts. Avec précaution, j'enlève le tesson et laisse à découvert les occupants, afin de suivre à l'aise les suites du tête-à-tête. L'obscurité de la nuit arrive, et rien, ce me semble, ne troublera le calme de la demeure privée de son toit. Une bonne averse m'oblige à me retirer. Eux, sous le couvercle de la cage, n'ont pas à se garer de la pluie. Que feront-ils, abandonnés tels quels à leurs affaires mais n'ayant plus de ciel de lit à leur alcôve ?

Une heure après, la pluie cesse et je reviens à mes Scorpions. Ils sont partis ; ils ont élu domicile sous une tuile voisine. Toujours les doigts saisis, la femelle est dehors ; le mâle est à l'intérieur, préparant le logis. De dix minutes en dix minutes, la maisonnée se relaye pour ne pas laisser échapper le moment précis de la pariade, qui me semble imminente. Soins inutiles. Vers les huit heures, la nuit étant tout à fait close, le couple, non satisfait des lieux, se remet en pèlerinage, les mains dans les mains. Le mâle à reculons, dirige la marche, choisit à sa guise l'habitation ; la femelle suit, docile. C'est l'exacte répétition de ce que j'ai déjà vu le 25 avril.

Une tuile est enfin trouvée, qui leur agrée. Le mâle pénètre d'abord, mais cette fois sans lâcher un instant sa compagne ni d'une main ni de l'autre. En quelques coups de balai de la queue, la chambre nuptiale est préparée. Doucement tirée devers lui, la Scorpionne pénètre après son guide.

Une paire d'heures plus tard, je les visite, croyant leur avoir donné le temps d'en finir avec les préparatifs. Je relève le tesson. Ils s'y trouvent dans la même position, face à face et les mains dans les mains. Pour aujourd'hui, je n'en verrai pas davantage.

Le lendemain, rien de nouveau non plus. L'un devant l'autre, méditatifs, sans qu'une patte remue, compère et commère, pris par le bout des doigts, continuent sous la

tuile leur interminable tête-à-tête. Le soir, après vingt-quatre heures de liaison, le couple se disjoint. Lui s'en va de la tuile, elle y reste, et les affaires n'ont pas avancé d'un cran.

De cette séance, deux faits sont à retenir. Après la promenade des accordailles, il faut au couple le mystère et la tranquillité d'un abri. Jamais en plein air, parmi la foule remuante, à la vue de tous, ne se déciderait conclusion nuptiale. La toiture du logis enlevée, avec toute la discrétion possible, soit de jour, soit de nuit, les deux conjoints se remettent en marche, à la recherche d'un autre local. De plus, la station sous le couvert d'une pierre est de très longue durée ; nous venons de la voir se prolonger vingt-quatre heures, et encore sans résultat décisif.

Que nous apprendra la séance de ce soir ? Le temps est calme et chaud, propice aux nocturnes ébats. Un couple s'est formé, dont j'ignore les débuts. Cette fois, le mâle est de beaucoup inférieur pour la taille à sa commère ventrue. Le gringalet néanmoins remplit vaillamment son office. A reculons, comme de règle, et la queue roulée en trompette, il promène la grosse Scorpionne autour des remparts de verre.

Des arrêts sont fréquents. Alors les deux fronts se touchent, s'inclinent un peu de droite et de gauche, comme s'il y avait des chuchotements échangés à l'oreille. Les petites pattes d'avant se trémoussent en fébriles caresses. Que se disent-ils ? Comment traduire en paroles leur silencieux épithalame ?

Toute la maisonnée vient voir le curieux attelage, que notre présence ne trouble en rien. On le trouve gracieux, et l'expression n'est pas exagérée. Demi-translucides et luisants à la clarté de la lanterne, ils semblent sculptés dans un morceau d'ambre jaune. Les bras tendus, les doigts saisis, les queues roulées en gentilles volutes, d'un mouvement doux, à pas comptés, ils pérégrinent.

Rien ne les dérange. Si quelque vagabond, prenant le

frais du soir, est rencontré en chemin, longeant comme eux la muraille, celui-ci, au courant de ces délicates affaires, se range de côté et laisse le passage libre. Finalement, l'abri d'un tesson reçoit les promeneurs, le mâle le premier et à reculons, cela va de soi. Il est neuf heures.

A l'idylle de la soirée succède, dans la nuit, l'atroce tragédie. Le lendemain matin, la Scorpionne est retrouvée sous le tesson de la veille. Le mâle est à ses côtés, mais occis et quelque peu dévoré. Il lui manque la tête, une pince, une paire de pattes. Je mets le cadavre à découvert, sur le seuil du logis. De toute la journée, la recluse n'y touche. Au retour de la nuit, elle sort, et, rencontrant le défunt sur son passage, elle l'emporte au loin pour lui faire d'honorables funérailles, c'est-à-dire pour achever de le manger.

Cet acte de cannibale s'accorde avec ce que m'a montré, l'an passé, une bourgade de Scorpions établis à l'air libre dans l'enclos, au pied d'une haie de romarins. De temps à autre je trouvais alors, sous les pierres, une femelle savourant à l'aise, en mets rituel, son compagnon de nuit. Je soupçonnais que le mâle, s'il ne se dégage pas à temps une fois sa fonction remplie, est dévoré en totalité ou en partie, suivant l'appétit de la matrone.

J'en ai maintenant la preuve certaine. J'ai vu hier le couple entrer en loge après le préliminaire d'usage, la promenade ; et ce matin, sous la même tuile, au moment de ma visite, la mariée consomme son compagnon.

Il est à croire que le malheureux est parvenu à ses fins. Nécessaire à la race, on ne le mangerait pas encore. Le couple actuel a été donc prompt en besogne, tandis que j'en vois d'autres ne pas aboutir après des agaceries et des méditations dépassant en durée deux fois le tour du cadran. Des circonstances impossibles à préciser, l'état de l'atmosphère peut-être, la tension électrique, la température, les ardeurs individuelles, accélèrent ou retardent la finale de la pariade dans une large mesure, et c'est la grave difficulté pour l'observateur.

Ce n'est certes pas la faim qui, tous les soirs, met en émoi mes bêtes. La recherche de la nourriture n'est pour rien dans leurs rondes vespérales. A la foule affairée, je viens de servir butin varié, choisi parmi ce qui paraît agréer le mieux. Il y a là de jeunes Criquets, tendres morceaux, de petites Locustes mieux en chair que les acridiens, des Phalènes amputées de leurs ailes.

Ce luxe de gibier leur est indifférent ; nul n'y accorde attention. Dans la mêlée, les Criquets sautillent, les Papillons battent le sol de leurs moignons alaires, et les passants n'y prennent garde. On les piétine, on les culbute, on les écarte d'un coup de queue ; bref, on n'en veut pas, absolument pas. Il s'agit d'autres affaires.

Presque tous longent la muraille de verre. Des obstinés essayent l'escalade ; ils se hissent sur la queue, glissent, retombent, recommencent ailleurs. De leurs pinces tendues, ils choquent le vitrage ; coûte que coûte ils veulent s'en aller. Le parc vitré est vaste cependant, il y a place pour tous, les allées s'y prêtent à de longues promenades. N'importe, ils veulent vagabonder au loin ; s'ils étaient libres, ils se disperseraient dans toutes les directions.

La pariade, au printemps, leur impose des voyages. Jusqu'ici farouches solitaires, ils abandonnent maintenant leurs cellules, ils accomplissent le pèlerinage amoureux ; insoucieux du manger, ils vont en quête de leurs pareils. Parmi les pierres de leur territoire, il doit y avoir des lieux d'élection où se font les rencontres, où se tiennent les assemblées. Si je ne craignais de me casser les jambes, de nuit, parmi les encombrements rocheux de leurs collines, j'aimerais d'assister à leurs fêtes matrimoniales, dans les delices de la liberté. Que font-ils là-haut, sur leurs pentes pelées ? Rien autre apparemment que dans l'enceinte vitrée. Le choix fait d'une épousée, ils la promènent longtemps à travers les touffes de lavande et les mains dans les mains. S'ils n'y jouissent pas des attraits de

mon lumignon, ils ont pour eux la lune, l'incomparable lanterne.

Voir les débuts de l'invitation à la promenade n'est pas événement sur lequel on puisse compter chaque soir. De dessous les pierres, divers sortent déjà liés par couples. En pareil assemblage de doigts saisis, ils y ont passé la journée entière, immobiles, l'un devant l'autre et méditant. La nuit venue, sans se séparer un instant, ils reprennent la promenade commencée la veille, peut-être même avant. On ne sait ni quand ni comment s'est effectuée la jonction. D'autres à l'improviste se rencontrent en des parages reculés, d'inspection difficultueuse. Lorsque je les aperçois, il est trop tard ; l'équipage chemine.

Aujourd'hui, la chance me sourit. Sous mes yeux, en pleine clarté de la lanterne, se fait la liaison. Un mâle, tout guilleret, tout pétulant, dans sa course précipitée à travers la foule, se trouve soudain face à face avec une passante qui lui convient. Celle-ci ne dit pas non, et les choses vont vite.

Les fronts se touchent, les pinces besognent ; en larges mouvements, les queues se balancent ; elles se dressent verticales, s'accrochent par le bout et doucement se caressent en lentes frictions. Les deux bêtes font l'arbre droit, de la façon déjà décrite. Bientôt le système s'affaisse, les doigts se trouvent saisis, et sans plus le couple se met en marche.

La pose en pyramide est donc bien le prélude de l'attelage. Cette pose n'est pas rare, il est vrai, entre individus de même sexe se rencontrant, mais elle est moins correcte et surtout moins cérémonieuse. Ce sont alors des gestes d'impatience, et non des agaceries amicales ; les queues se choquent au lieu de se caresser.

Suivons un peu le mâle, qui se hâte à reculons et s'en va tout fier de sa conquête. D'autres femelles sont rencontrées, qui font galerie et regardent curieuses, jalouses peut-être. L'une d'elles se jette sur l'entraînée, l'enlace des

pattes et fait effort pour arrêter l'équipage. Contre pareille résistance, le mâle s'exténue ; en vain il secoue, en vain il tire, çà ne marche plus. Non désolé de l'accident, il abandonne la partie. Une voisine est là, tout près. Brusque en pourparlers et sans autre déclaration cette fois, il lui prend les mains et la convie à la promenade. Elle proteste, se dégage et fuit.

Du groupe des curieuses, une seconde est sollicitée avec le même sans-façon. Elle accepte, mais rien ne dit qu'en route elle n'échappera pas à son séducteur. Qu'importe à l'énamouré ; une manquant, bien d'autres restent. Et que lui faut-il en somme ? La première venue.

Cette première venue, il l'a trouvée, car le voici qui mène sa conquête. Il passe dans la zone éclairée. De toutes ses forces, il tire à lui par secousses si l'autre refuse d'avancer ; il agit en douceur s'il obtient docile obéissance. Des pauses sont fréquentes, parfois assez prolongées.

Alors le mâle se livre à de curieux exercices. Ramenant à lui les pinces, disons mieux les bras, puis de nouveau les tendant en ligne droite, il contraint la femelle à semblable jeu alternatif. Ils forment à eux deux un système de tringles articulées ouvrant et fermant tour à tour leur quadrilatère. Après ce manège d'assouplissement, la mécanique se contracte. immobile.

Maintenant les fronts sont en contact ; les deux bouches s'appliquent l'une sur l'autre avec de tendres effusions. Pour exprimer ces caresses viennent à l'esprit les termes de baisers et d'embrassements. On n'ose s'en servir ; manquent ici la tête, la face, les lèvres, les joues. Tronqué comme d'un coup de sécateur, l'animal n'a pas même de mufle. Où nous chercherions un visage font paroi de hideuses ganaches.

Et c'est le superlatif du beau pour le Scorpion ! De ses pattes antérieures, plus délicates, plus agiles que les autres, doucement il tapote l'horrible masque, à ses yeux

exquise frimousse ; voluptueusement il mordille, il chatouille de ses ganaches la bouche opposée, de hideur pareille. C'est superbe de tendresse et de naïveté. La colombe a, dit-on, inventé le baiser. Je lui connais un précurseur : c'est le Scorpion.

Dulcinée se laisse faire, toute passive, non sans un secret désir de s'esquiver. Mais comment s'y prendre ? C'est très simple. De sa queue la Scorpionne fait trique et en assène un coup sur les poignets du trop chaleureux compagnon, qui à l'instant lâche prise. C'est la rupture. Demain la bouderie cessera et les affaires se reprendront.

Ce coup de trique nous enseigne que la docile compagne annoncée par les premières observations a ses caprices, ses refus obstinés, ses brusques divorces. Donnons-en un exemple.

De belle prestance l'un et l'autre, ils sont ce soir en cours de promenade. Une tuile est trouvée qui paraît convenir. Lâchant d'une pince, d'une seule, afin d'avoir quelque liberté d'action, le mâle travaille des pattes et de la queue à déblayer l'entrée. Il pénètre. Par degrés, à mesure que la demeure s'excave, la femelle suit, bénévole, dirait-on.

Bientôt, le logis et l'heure ne lui convenant peut-être pas, elle reparaît et sort à demi, à reculons. Elle lutte contre son entraîneur, qui, de son côté, tire devers lui sans se montrer encore. La contestation est vive, l'un s'escrimant à l'intérieur de la cabine et l'autre à l'extérieur. Tour à tour on avance, on recule, et le succès est balancé. Enfin, d'un brusque effort, la Scorpionne extrait son compagnon.

L'équipage, non rompu, est à découvert ; la promenade reprend. Pendant une grosse heure, le long du vitrage, ils virent d'un côté, ils revirent de l'autre, puis ils reviennent à la tuile de tantôt, exactement la même. La voie étant déjà ouverte, le mâle sans retard pénètre et tire éperdûment. Au dehors, la Scorpionne résiste. Raidissant

les pattes qui labourent le sol, arc-boutant la queue contre le cintre de la tuile, elle ne veut pas entrer.

Sous la pierre cependant le ravisseur insiste et manœuvre si bien que la rebelle obéit. Elle entre. Dix heures viennent de sonner. Dussé-je veiller le reste de la nuit, j'attendrai le dénouement ; je retournerai le tesson au moment opportun pour voir un peu ce qui se passe là-dessous. Les bonnes occasions sont rares, profitons de celle-ci. Que verrai-je ?

Rien du tout. Au bout d'une demi-heure à peine, la récalcitrante se libère, émerge de l'abri et s'enfuit. L'autre accourt à l'instant du fond de la cabine, s'arrête sur le seuil et regarde. La belle lui a échappé. Tout penaud, il rentre chez lui. Il est volé. Je le suis pareillement.

Juin commence. Crainte d'un trouble que l'illumination trop vive pourrait amener, j'ai tenu jusqu'ici la lanterne appendue au dehors, à quelque distance du vitrage. La clarté insuffisante ne me permet pas de voir certains détails sur le mode d'attelage du couple en promenade. Sont-ils actifs l'un et l'autre dans le système des mains liées ? forment-ils de leurs doigts un engrenage alterne ? ou bien un seul agit-il et lequel ? Informons-nous-en exactement, la chose a son importance.

Je place la lanterne à l'intérieur, au centre de la cage. De partout bon éclairage. Loin d'en être effrayés, les Scorpions y gagnent en allégresse. Ils accourent autour du fanal ; d'aucuns même en tentent l'escalade pour mieux se rapprocher du foyer lumineux. A la faveur des cadres cernant les carreaux, ils y parviennent. Ils s'agrippent aux bords de la lame en fer blanc, et tenaces, insoucieux des glissades, ils finissent par atteindre le haut. Là, immobiles, plaqués en partie contre le verre, en partie sur l'appui de l'armature métallique, toute la soirée ils regardent, fascinés par la gloire du lumignon.

Au pied du fanal, en pleine clarté, un couple ne tarde guère à faire l'arbre droit. Gracieusement on s'escrime de

la queue, puis on se met en marche. Le mâle seul agit. Des deux doigts de chaque pince, il a saisi en un paquet, chez la Scorpionne, les deux doigts de la pince correspondante. Lui seul fait effort et serre ; lui seul est libre de rompre l'attelage quand il voudra, il lui suffit d'ouvrir ses tenailles. La femelle ne le peut ; elle est captive, son ravisseur lui a mis les poucettes.

En des cas assez rares, on peut voir mieux encore. J'ai surpris le Scorpion entraînant sa belle par les deux avant-bras ; je l'ai vu la tirant par une patte et par la queue. Elle avait résisté aux avances de la main tendue, et le butor, oublieux de toute réserve, l'avait renversée sur le flanc et harponnée au hasard. La chose est tirée au clair : c'est ici véritable rapt, enlèvement par violence. Tels les gens de Romulus enlevant les Sabines.

Le brutal ravisseur met à ses prouesses un entêtement bien singulier, si l'on songe que les affaires se terminent tôt ou tard de tragique façon. Les rites veulent qu'après les noces il soit mangé. Quel étrange monde où la victime entraîne de force le victimaire à l'autel !

Autant les femelles sont débonnaires au milieu de leurs fils d'éclosion récente, autant elles se montrent haineuses à l'égard des jeunes, déjà grandelets mais non encore nubiles. Pour elles, comme pour l'ogre de nos contes, l'enfant rencontré en chemin est un tendre morceau, rien de plus. Le souvenir m'est toujours présent de l'odieux spectacle que voici.

Un étourdi, n'ayant guère que le tiers des dimensions finales, passe, ne songeant à mal, devant la porte d'une case. La grosse matrone sort, va au pauvret, le cueille du bout des pinces, le jugule d'un coup d'aiguillon, et puis tranquillement le mange.

Jouvenceaux et jouvencelles, qui plus tôt, qui plus tard, périssent de la même façon dans la cage vitrée, où la nourriture normale d'ailleurs surabonde. Je me fais scrupule de remplacer les occis ; ce serait fournir un nouvel

aliment à la tuerie. Ils étaient une douzaine, et en peu de jours, il ne m'en reste pas un seul. Sans l'excuse de la famine, les femelles les ont tous dévorés. La jeunesse est certes une belle chose, mais elle a de terribles inconvénients dans la société de ces ogresses.

Volontiers je mettrais ces massacres sur le compte des envies bizarres que la gestation provoque en bien des cas. La prochaine maternité est soupçonneuse, intolérante ; pour elle, tout est l'ennemi, dont on se délivre en le mangeant lorsque les forces le permettent.

Quant aux mâles, insoucieux de la sauvegarde familiale, ils ignorent ces tragiques frénésies. Ce sont des pacifiques, brusques de manières, mais enfin incapables d'éventrer le prochain. Entre eux jamais de bataille pour la possession de la convoitée. Ce n'est pas en des rixes mortelles et à coups de poignard que deux rivaux se la disputent. Les choses se passent, sinon en douceur, du moins sans horions.

Deux prétendants font rencontre de la même Scorpionne. Qui des deux l'invitera et la mènera faire un tour de promenade ? Du bout des doigts d'une seule pince, chacun saisit la belle par la main voisine. L'un à droite, l'autre à gauche, ils tirent de toutes leurs forces, en sens opposés. Les pattes s'arc-boutent en arrière et font levier, les croupes tremblotent, les queues se balancent et donnent élan. Et hardi ! Par secousses, par brusques reculs, ils travaillent la Scorpionne ; on dirait qu'ils se proposent de l'écarteler et d'en emporter chacun un morceau. La déclaration amoureuse est une menace de déchirement.

Entre eux, d'autre part, nulle bourrade échangée, pas même une taloche du revers de la queue. Seule la patiente est malmenée, et rudement. A voir ces forcenés s'escrimer de la sorte, on craint que les bras ne soient arrachés. Néanmoins rien ne se disloque.

Lassés d'une lutte sans résultat, les deux concurrents se prennent enfin par les mains encore libres ; ils forment

la chaîne à trois et reprennent, plus véhémentes, les secousses d'arrachement. Chacun se trémousse, avance et recule, tiraillé de son mieux jusqu'à épuisement. Soudain le plus fatigué abandonne la partie ; il fuit, laissant à son adversaire le tendre objet si passionnément disputé. Aussitôt, de sa pince libre, le vainqueur complète l'équipage, et la promenade commence. Quant au vaincu, n'ayons souci de lui ; il aura bientôt rencontré dans la foule de quoi se dédommager de sa confusion.

Encore un exemple de ces bénignes rencontres entre rivaux. Un couple déambule. Le mâle est de médiocre taille, très ardent au jeu néanmoins. Lorsque sa compagne refuse d'avancer, il tire par secousses qui lui font courir un frémissement le long de l'échine. Survient un second mâle plus fort que le premier. La commère lui convient ; il veut l'avoir. Va-t-il abuser de sa vigueur, se jeter sur le mesquin, le battre, le poignarder peut-être ? En aucune manière. Chez les Scorpions, ces délicates affaires ne se décident point par les armes.

Le puissant gaillard laisse le nain tranquille. Il va droit à la convoitée et la saisit par la queue. Alors, à qui mieux mieux, l'un tiraille de l'avant, l'autre tiraille de l'arrière. Suit une brève contestation qui laisse chacun maître d'une pince. En frénétique véhémence, celui-ci travaille à droite, celui-là travaille à gauche, comme s'ils voulaient démembrer la commère. Enfin le plus petit se reconnaît vaincu ; il lâche prise et s'enfuit. Le gros s'empare de la pince abandonnée, et sans autre incident l'équipage chemine.

Ainsi tous les soirs, pendant quatre mois, de la fin d'avril au commencement de septembre, se répètent, inlassables, les préludes de la pariade. Les torridités caniculaires ne calment pas ces effrénés ; au contraire, elles leur infusent nouvelle ardeur. Au printemps, je surprenais un par un, à de longs intervalles, les équipages de promeneurs ; en juillet, c'est par trois, c'est par quatre à la fois que je les observe dans la même soirée.

J'en profite, sans grand succès, pour m'informer de ce qui se passe sous les tuiles où se réfugient les couples de promeneurs ; mon désir est de voir, du commencement à la fin, les détails du tendre tête-à-tête. La méthode du tesson retourné ne vaut rien, même dans le calme de la nuit. Bien des fois et vainement je l'ai essayée. Privés de leur toiture, les deux conjoints se remettent en pèlerinage et gagnent un autre abri où recommencent les impossibilités d'une observation prolongée. Il faut des circonstances spéciales, indépendantes de notre intervention, pour réussir dans la délicate entreprise.

Aujourd'hui ces circonstances se présentent. Vers les sept heures du matin, un couple attire mon attention, couple que j'ai vu la veille se former, se promener et prendre domicile. Le mâle est sous la tuile, en entier invisible moins le bout des pinces. La cabine s'est trouvée trop étroite pour abriter les deux. Lui est entré ; elle, puissante de bedaine, est restée dehors, retenue des doigts par son compagnon.

La queue courbée en large cintre est paresseusement inclinée de côté, la pointe du dard reposant sur le sol. Les huit pattes, bien campées, sont en pose de recul, signe d'une tendance à l'évasion. Tout le corps est d'une immobilité complète. Vingt fois dans la journée, je visite la grosse Scorpionne, je ne peux saisir le moindre mouvement de croupe, la moindre modification dans l'attitude, la moindre flexion dans la courbure de la queue. Devenue pierre, la bête ne serait pas plus inerte.

Le mâle, de son côté, ne remue pas davantage. Si je ne le vois pas, j'aperçois du moins les doigts, qui m'avertiraient d'un changement de pose. Et cet état de bêtes pétrifiées, qui a déjà duré la majeure partie de la nuit, persiste toute la journée, jusque vers les huit heures du soir. Que font-ils immobiles, l'un devant l'autre et les doigts saisis ? Si l'expression était permise, je dirais qu'ils

méditent profondément. C'est le seul terme qui rende à peu près les apparences.

Vers les huit heures, l'animation étant déjà grande hors des cases, la femelle brusquement remue ; elle s'agite, fait effort et parvient à se dégager. Elle fuit, l'une des pinces ramenée devers elle, l'autre étendue. Pour rompre la fascinante chaîne, elle a si violemment tiré qu'elle s'est démis une épaule. Elle fuit, sondant la voie de la pince non compromise. Le mâle détale, lui aussi. Tout est fini pour ce soir.

Ces tournées à deux, en usage dans la soirée toute une saison, sont évidemment les prolégomènes d'affaires plus sérieuses. Les promeneurs s'interrogent, déploient leurs grâces, font valoir leurs mérites avant d'en venir aux conclusions. Quand donc arrive le moment décisif ?

A le guetter, ma patience s'épuise. Je le sais très bien, l'ayant vu et revu à satiété : dans l'immense majorité des cas on retrouve le lendemain matin, sous la tuile, le couple en posture d'équipage tel qu'il était la veille au soir. Pour réussir, il faudrait faire le guet toutes les nuits des trois et des quatre mois durant. Tel projet est au-dessus de mes forces. J'y renonce.

Une seule fois j'ai entrevu la solution du problème. Au moment où je lève la pierre, le mâle se renverse sans lâcher prise des mains; le ventre en l'air, doucement il se glisse sous sa compagne. Ainsi procède le Grillon quand ses instances sont enfin écoutées. En cette posture, il suffirait au couple de se stabiliser, probablement avec l'engrenage des peignes, pour en venir à ses fins. Mais, effrayés par la violation de leur domicile, les deux superposés à l'instant se disjoignent. D'après le peu que j'ai vu, il est donc à croire que les Scorpions terminent la pariade dans une pose semblable à celle des Grillons. Ils ont, de plus, les mains saisies et les peignes enchevêtrés.

Je suis mieux renseigné sur la suite des événements en

loge. Marquons les tuiles où, le soir, les couples prennent refuge après la promenade. Qu'y trouvons-nous le lendemain ? Habituellement juste l'équipage de la veille, face à face et les doigts saisis.

Parfois la femelle est seule. Le mâle, ses affaires terminées, a trouvé le moyen de se dégager et de s'en aller. Il avait de graves motifs de couper court aux ivresses de l'alcôve. En mai surtout, époque des plus chaleureux ébats, il m'arrive souvent, en effet, de trouver la femelle grignotant et savourant le camarade occis.

Qui a perpétré le meurtre? La Scorpionne évidemment. Ce sont ici les atroces mœurs de la Mante religieuse ; l'amant est poignardé et puis mangé, s'il ne se retire à temps. Avec de la prestesse et de la décision, il le peut quelquefois, non toujours. Il lui est facultatif de libérer les mains, car ce sont les siennes qui serrent ; en levant le pouce, il met fin à la contrainte. Mais il reste la diabolique machinette des peignes, appareil de volupté, maintenant traquenard ; d'un côté comme de l'autre, les longues dentelures de l'engrenage, étroitement agencées et peut-être convulsées, se refusent à la prompte dissociation. Le malheureux est perdu.

Pourvu d'un stylet venimeux pareil à celui qui le menace, peut-il, sait-il se défendre ? On dirait bien que non, car il est toujours la victime. Il est possible que la position renversée sur l'échine le gêne dans la manœuvre de la queue, laquelle, fonctionnant, doit se convoluter vers le dos. Plus probablement encore un invincible instinct lui défend de passer par les armes la future mère. Il se laisse larder par la terrible épousée ; il périt sans défense.

Incontinent la veuve se met à le manger. C'est dans les rites comme chez les Araignées, qui, dépourvues de l'engin fatal au Scorpion, laissent du moins aux mâles le temps de s'enfuir s'ils ont la décision assez prompte.

Le repas funéraire, quoique fréquent, n'est pas de

rigueur ; la consommation dépend un peu de l'état de l'estomac. J'en ai vu qui, dédaigneuses du nuptial morceau, dégustaient sobrement la tête du mort, puis charriaient le cadavre à la voirie sans autrement y toucher. J'ai vu de ces furies porter le trépassé à bras tendus, le trimbaler toute la matinée, à la vue de tous, ainsi qu'un trophée, puis, sans plus de cérémonie, le laisser choir intact et l'abandonner aux fourmis, empressées charcutières.

J.-H. Fabre.

HISTOIRE D'UNE CONQUÊTE ASTRONOMIQUE

LA MESURE DE

LA DISTANCE DE LA TERRE AU SOLEIL

L'évaluation précise de la distance de la Terre au Soleil constitue, à vrai dire, le problème capital de toute l'astronomie moderne. Son importance apparaîtra sous son vrai jour, si nous disons que de sa solution dépendent non seulement les vraies dimensions du système solaire, mais encore celles de l'Univers que nous connaissons.

La distance du Soleil à la Terre sert en effet à l'astronome d'unité de mesure. si bien qu'une erreur dans l'évaluation de cette grandeur se transmet dans toutes les directions, affectant aussi bien les distances qui nous séparent des planètes de notre propre système que celles des astres les plus voisins, ou celles des étoiles composant les plages étincelantes de la Voie lactée.

Il n'est pas jusqu'au calcul des masses qui ne soit affecté par cette évaluation : la quantité de matière contenue dans un corps céleste est déterminée effectivement à l'aide de la distance, d'après les immortelles lois de

Newton, et comme la distance entre généralement dans les équations à la troisième puissance, la moindre erreur de l'unité linéaire vient troubler les résultats d'une quantité très forte.

Cette unité fondamentale mieux connue nous permettrait aussi une évaluation plus certaine et plus précise du moment de tel ou tel phénomène astronomique.

Ces quelques considérations suffiront pour justifier l'opinion du grand astronome Airy qui soutenait que la distance du Soleil à la Terre est « le plus important problème astronomique » (1).

Mais c'est aussi l'un des plus difficiles, car les quantités qui entrent dans les données sont si faibles que leur détermination exacte exige toutes les ressources de la science moderne.

Au fond, la solution du problème repose entièrement sur la détermination de la *parallaxe* du Soleil, c'est-à-dire sur l'évaluation du demi-diamètre angulaire de la Terre vue du Soleil.

Imaginez un triangle ayant pour base un rayon terrestre et pour sommet le centre du disque solaire : l'angle au sommet sera ce que les astronomes appellent la parallaxe du Soleil.

Au premier abord, la mesure de cet angle ne semble pas d'une difficulté insurmontable. On imagine aisément deux observateurs placés aux deux extrémités d'un rayon terrestre, cette dernière grandeur ayant été plusieurs fois déterminée très exactement. Si les deux observateurs visent le centre du Soleil en même temps, ils pourront, chacun séparément, déterminer la valeur des angles à la base de notre triangle. L'angle au sommet s'en déduira par là même — ainsi que la distance — et le problème

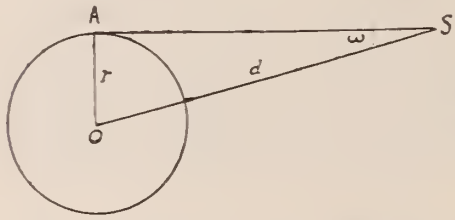
(1) Airy, *Monthly Notices*, vol. XVII, p. 210.

sera réduit à une simple question de trigonométrie élémentaire (1).

Pratiquement, la somme des deux angles ainsi déterminés égale de bien près deux angles droits et on trouve que l'angle au sommet (parallaxe) est très faible et voisin de neuf secondes d'arc ! Ce qui signifie que la base est très petite comparée à la hauteur du triangle.

Quand un géomètre sur la terre veut mesurer la distance d'un point à un autre inaccessible, il choisit aussi une base mesurée soigneusement et il s'estime bien peu favorisé si cette base n'est que le dixième de la distance totale. Or l'astronome se trouve dans une position autrement critique et difficile, car sa base d'opérations est comprise entre le 1/11 000 et le 1/12 000 de la distance à mesurer.

(1) On peut donner une idée de la méthode employée par de simples considérations géométriques ; nous allons supposer qu'il s'agit de la parallaxe dite horizontale.



Soient O le centre de la Terre.

S le centre du Soleil,

ω la parallaxe horizontale.

Appelons r le rayon de la Terre.

d la distance SO du Soleil.

ω étant très petit, on a

$$\omega = \frac{r}{d}, \quad \text{d'où} \quad d = \frac{r}{\omega},$$

et si le rayon terrestre est pris comme unité,

$$d = \frac{1}{\omega};$$

mais ω représente la longueur de l'arc qui dans le cercle de rayon 1 sous-tend l'angle de la parallaxe solaire : 8″,80 par exemple. Cet arc est à la circonférence entière comme 8″,80 est à 360° évalués en secondes, soit à 1 296 000 secondes ; la circonférence étant égale à 2π, on a

$$\omega = \frac{8'',80}{1\,296\,000} \times 2\pi$$

d'où

$$d = \frac{1\,296\,000}{8'',80 \times 2\pi} = 23\,439 \text{ rayons terrestres.}$$

Notre astronome est en tout point comparable à un arpenteur qui chercherait la distance d'un point éloigné de 16 000 mètres avec une base d'opération de $1^m,50$ environ.

Pour donner une idée de l'erreur introduite dans les mesures, disons que le moindre écart, ne fût-ce que de un dixième de seconde, fausse la distance de un centième en plus ou en moins ; or un dixième de seconde est l'arc sous-tendu par un cheveu vu à 240 mètres !

En supposant la parallaxe égale à 8″,80, ce qui est très près de la vérité, on trouve pour la distance du Soleil : 149 741 000 kilomètres ; et cependant une variation de 1/20 de seconde donnera une différence de un millier de kilomètres.

On voit qu'il importerait d'obtenir le centième de seconde, mais la méthode directe est loin d'offrir un si beau résultat.

Aussi le problème a-t-il de tout temps été abordé indirectement.

C'est l'histoire de ces méthodes indirectes de détermination, la plupart très ingénieuses, que nous allons retracer brièvement.

Avant l'ère chrétienne, Aristarque de Samos avait imaginé une méthode si ingénieuse et si jolie, qu'elle était digne de réussir. Mais les observations, fondées sur l'examen des phases de la Lune, ne comportaient pas une grande précision, surtout à cette époque. Aristarque avait, en effet, conclu que le Soleil est environ 19 fois plus éloigné que la Lune.

Hipparque, se fondant sur l'observation des éclipses de Lune, ne réussit pas davantage. Ptolémée, reprenant cette méthode, tenta de mesurer la dimension de l'ombre de la Terre à la distance de l'orbite de la Lune, telle qu'on la voit pendant une éclipse. Il obtint ainsi une valeur de 170″, soit 250″ pour la parallaxe solaire.

Plus tard Copernic et Tycho Brahé, à l'aide du même raisonnement et des mêmes observations, ne furent pas

plus heureux et obtinrent 2′55″ et 3′,0. La dernière de ces déterminations donnerait comme distance du Soleil : 7 400 000 kilomètres et pour le diamètre de cet astre environ 69 000 kilomètres.

En somme, le chiffre de la parallaxe resta le même pendant douze siècles jusqu'à ce que Képler eût démontré que sa valeur ne pouvait dépasser 1′, ce qui veut dire que la distance de la Terre au Soleil était reportée à environ 20 millions de kilomètres.

Il y a loin de ces mesures à celles obtenues par Flamsteed et Cassini, entre 1670 et 1680, au moyen d'une méthode nouvelle pour l'époque, la mesure de la parallaxe de Mars (1).

Cette idée de se servir de la parallaxe d'une planète pour obtenir celle du Soleil est une conséquence de la troisième loi de Képler, et il était difficile qu'elle vînt à l'esprit des astronomes avant la date de cette découverte.

Képler était enfin parvenu, après dix-sept années de laborieuses recherches, à découvrir (15 mai 1618) ce qu'il cherchait avec tant d'acharnement : une proportionnalité entre les carrés des révolutions sidérales des planètes et les cubes des distances moyennes au Soleil.

Le plan du système solaire était désormais donné ; il s'agissait d'en trouver l'échelle.

La découverte de Képler ouvrait des champs inexplorés à l'astronomie. Pour ce qui est en particulier de la détermination de la distance du Soleil à la Terre, on conçoit qu'il suffise dès lors d'obtenir la parallaxe d'une planète quelconque.

Supposons en effet que la parallaxe de Mars soit déterminée, nous connaissons exactement la durée respective de la révolution sidérale de la Terre et de Mars. La loi de Képler nous donnera aussitôt le rapport des distances

(1) J. D. Cassini, *Histoire abrégée de la parallaxe du Soleil*, 1772.

de la Terre et de Mars au Soleil. Ce rapport avait déjà été évalué dans les temps anciens d'une façon très exacte. Les distances sont entre elles comme 1 est à 1,52. Si donc nous prenons la distance du Soleil à la Terre comme unité, celle de la Terre à Mars sera 0,52.

La parallaxe de Mars, qui est plus rapproché de nous que le Soleil, sera donc plus grande que celle du Soleil dans ce même rapport de 1 à 0,52. Il suffira, on le voit, d'obtenir la parallaxe de Mars pour avoir immédiatement celle qui correspond à 1, c'est-à-dire celle du Soleil, par conséquent sa distance (1).

D'autre part, on a des chances de déterminer facilement la parallaxe de Mars, car à son opposition favorable qui a lieu tous les 15 ans, la planète est à peine à 56 millions de kilomètres, c'est-à-dire beaucoup plus rapprochée que le centre de notre système.

Cette méthode offre en même temps un second avantage. Le disque de Mars est un objet autrement facile à observer que le disque du Soleil, et les mesures sont moins affectées des erreurs résultant de l'irradiation.

Ce fut précisément par cette méthode appliquée à une opposition de Mars que Richer à Cayenne, en 1672, de concert avec Cassini à Paris, obtint la première approximation raisonnable de la distance du Soleil. La parallaxe

(1) Supposons la parallaxe de Mars connue, nous allons en déduire la valeur de la parallaxe horizontale du Soleil.

Soit P la parallaxe de Mars, nous avons (voir la note p. 478) $P = \frac{r}{d'}$, d' étant la distance de Mars à la Terre, et comme $\omega = \frac{r}{d}$, nous tirerons la valeur de d des deux équations combinées. Nous aurons en effet :

$$\frac{P}{\omega} = \frac{r}{d'} : \frac{r}{d} \quad \text{ou} \quad \frac{P}{\omega} = \frac{d}{d'} \quad \text{et} \quad \omega = P \cdot \frac{d'}{d}.$$

D'autre part, si on ne connaît ni d, ni d', on connaît leur rapport, d'après la troisième loi de Képler qu'on peut écrire ainsi : $\frac{d}{d'} = \sqrt[3]{\frac{T^2}{T'^2}}$; la valeur de $\frac{d'}{d}$ est donc connue d'une façon précise, les durées des révolutions de la Terre, T, et de Mars, T', étant connues.

solaire parut alors très voisine de 9",5. Du même coup le Soleil prenait place à une distance de 138 millions de kilomètres environ.

De ses observations personnelles Flamsteed crut pouvoir conclure à une parallaxe de 10", ce qui nous rapprochait à 130 millions, mais la différence insignifiante pour l'époque semblait montrer qu'on était dans la bonne voie.

Cependant quelques notes discordantes s'élevaient encore : L'abbé Picard avait trouvé une valeur exactement égale à la moitié de celle de Flamsteed (parallaxe 20"), soit une distance de 66 millions de kilomètres, tandis que La Hire de son côté soutenait que le Soleil était *au moins* à 219 millions de kilomètres (1), si bien que l'incertitude continuait à être comprise dans d'énormes limites.

En 1676, Halley avait été envoyé à l'île Sainte-Hélène pour y faire des observations astronomiques, et c'est là qu'il put étudier le passage de Mercure sur le Soleil (28 octobre 1677). C'est sans doute à cette occasion qu'il conçut l'idée de faire servir le passage des planètes inférieures à la détermination de la parallaxe. La méthode grossièrement appliquée à l'observation de Mercure donna un résultat si proche de la vraie valeur, que Halley fonda de belles espérances sur une méthode aussi ingénieuse ; et en 1716, il crut pouvoir en exposer le principe (2), proposant son application aux prochains passages de Vénus annoncés pour 1761 et 1769. Il savait bien qu'il ne pourrait lui-même vérifier la valeur de cette méthode nouvelle ; aussi la mentionnait-il *avec prière à la postérité de se souvenir que l'idée venait d'un Anglais.*

Entre temps (1752), Lacaille avait fixé la parallaxe à 10",valeur correspondant à 132 millions de kilomètres. Il semblait qu'on approchât du but. Hélas ! il n'en était rien.

De toutes parts on se préparait à l'observation des passages de Vénus et on en attendait les meilleurs résultats.

(1) J. D. Cassini. *Hist. abrég. de la Parallaxe du Soleil*, 1772, p. 122.
(2) PHILOSOPHICAL TRANSACTIONS pour 1716.

A l'époque de sa conjonction inférieure, cette planète se trouve assez près de la Terre, à peine à 42 millions de kilomètres ; mais en raison de sa forte inclinaison sur le plan de l'écliptique, elle passe tantôt au-dessus, tantôt au-dessous du Soleil. Dans ces conditions, le voisinage de l'astre brillant rend toute observation impossible. Cependant il peut arriver que Vénus se projette sur le disque solaire ; elle peut se détacher alors comme un point noir facilement observable. Ces « éclipses partielles du Soleil par Vénus », suivant la pittoresque expression de Encke, sont malheureusement très rares. Elles se suivent par paires, à 8 ans de distance et chaque couple est séparé du suivant par des intervalles variant alternativement de 105, ou 121 années environ.

Les deux premiers passages calculés avaient eu lieu en 1631 et 1639 et c'étaient les retours de 1761 et 1769 qui devaient servir à la mesure de la parallaxe.

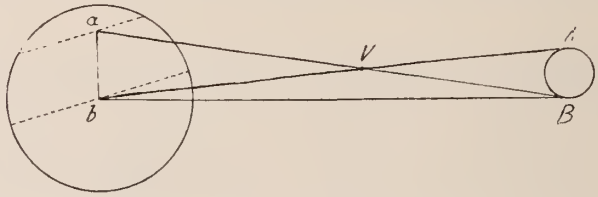
Le principe de la méthode de Halley est théoriquement simple. Elle exige deux postes d'observation aussi éloignés que possible en latitude. Pour simplifier, supposons qu'ils soient distants (sur un même méridien de part et d'autre de l'équateur) d'une valeur de 60 degrés ; ils seront donc séparés exactement par la longueur d'un rayon terrestre. Au moment du passage de Vénus sur le Soleil, la planète située entre la Terre et le Soleil se projettera sur le disque solaire, pour chacun des observateurs, en deux points différents ; Vénus paraîtra décrire des cordes distinctes et inégales et la longueur des cordes sera dans les deux cas déterminée minutieusement au moyen du temps des passages. On pourra donc en déduire la distance angulaire qui sépare ces cordes parallèles.

Nous aurons alors deux triangles semblables ayant pour bases, l'un la distance angulaire des deux cordes, l'autre le rayon de la terre ; et pour hauteurs respectives, le premier la distance de Vénus au Soleil, le second la

distance de Vénus à la Terre. Mais évidemment les bases sont entre elles comme les hauteurs. Or le rapport des hauteurs est un nombre connu par la troisième loi de Képler, il est égal à 0,733/0,277 ; on pourra donc en déduire la valeur vraie de la distance des deux cordes, puisque le rayon de la Terre est connu ; et, par un calcul élémentaire, l'angle sous lequel un observateur placé au centre du Soleil verrait le rayon terrestre, ce qui est précisément la parallaxe cherchée (1).

Un phénomène comme le passage de Vénus semblait donc de prime abord offrir une grande certitude pour la fixation de la distance de la Terre au Soleil. Il s'agissait, somme toute, de déterminer la latitude des observateurs d'une façon précise, opération délicate, mais déjà possible

(1) Voici comment on peut présenter le principe de la méthode de Halley.



Soient AB un diamètre terrestre, ab la distance des deux cordes décrites par Vénus pour chacun des observateurs ; on aura $\frac{AB}{ab} = \frac{VA}{Vb}$; mais ce dernier rapport est connu par la troisième loi de Képler ; soit K sa valeur.

D'autre part, le triangle aBb donne en appelant 2α l'angle en B

$$ab = 2Bb\,tg\,\alpha \qquad (1)$$

et le triangle AbB en appelant 2ω la double parallaxe

$$AB = 2Bb\,tg\,\omega \qquad)$$

et en divisant (2) par (1)

$$\frac{AB}{ab} = \frac{tg\,\omega}{tg\,\alpha}$$

mais $$\frac{tg\,\omega}{tg\,\alpha} = K, \text{ puisque } K = \frac{VA}{Vb};$$

et comme les angles ω et α sont très petits, on pourra écrire

$$\frac{\omega}{\alpha} = K, \quad \text{d'où} \quad \omega = K\alpha.$$

à la fin du XVIIIe siècle. Au reste, il n'est pas nécessaire que les observations soient faites en des points exactement distants de 60 degrés comme nous l'avons admis ; une distance arbitraire ne peut que compliquer les calculs, mais quel astronome recule devant une difficulté algébrique ? En fait, on reconnut que la précision devait être d'autant plus grande que les postes seraient plus éloignés. Restait donc à déterminer les moments exacts des passages. Là était l'écueil que personne n'avait prévu. Vénus offrant à la lunette un disque très appréciable, Halley avait recommandé de noter le moment des contacts extérieurs et surtout l'instant précis où le disque solaire et le disque de Vénus seraient tangents intérieurement ; il comptait sans des phénomènes d'irradiation et de diffraction qu'il est difficile, même actuellement, de soumettre au calcul.

Lors des passages de 1761 et de 1769, dans la plupart des stations, la planète, au moment des contacts intérieurs, montra un ligament (connu en astronomie sous le nom de *goutte noire)*, au lieu de présenter l'aspect d'un disque rond touchant nettement le bord du Soleil ; si bien que le contact réel fut soumis à une incertitude de 10 ou 15 secondes de temps.

Ce ligament ne peut en aucune façon être évité. A l'œil nu, en vertu de l'irradiation, le bord d'un objet brillant est indéterminé. Dans les lunettes, l'image d'un point lumineux n'est jamais un point, mais un disque de diamètre variable suivant les instruments. C'est ainsi que les étoiles nous paraissent d'autant plus petites que l'appareil est plus parfait et plus puissant, mais jamais leur diamètre ne peut être réduit à zéro.

Deux points lumineux allant l'un vers l'autre doivent donc nous paraître se toucher bien avant le moment des contacts, et les défauts de définition augmentent encore le phénomène.

L'expérience du ligament noir est facile à réaliser.

Placez le pouce et l'index à 10 ou 15 centimètres de votre œil en les tenant en contact ; dès que vous les séparerez, vous pourrez observer que les deux surfaces sont réunies par une ligne sombre de grande largeur.

L'expérience réussira mieux encore en vous plaçant devant une fenêtre et en faisant passer l'un derrière l'autre deux objets quelconques, votre doigt et un crayon par exemple.

Cette double occasion offerte aux astronomes, à huit années de distance, pour leur permettre de fixer la grande unité astronomique, ne se trouva ainsi d'aucune utilité ; les espérances qu'ils avaient conçues s'envolèrent une à une et le passage de 1769 les laissa grandement désappointés. L'incertitude sur la distance du Soleil que l'on comptait réduire à quelques centaines de milliers de kilomètres restait encore comprise dans les mêmes limites qu'auparavant.

Et cependant rien n'avait été négligé pour assurer la réussite de la campagne.

Poussés par un héroïque dévouement à la science dont Halley avait tant de fois donné l'exemple, les astronomes s'étaient répandus sur toute la terre.

L'un d'eux, entre autres, Le Gentil de la Galaissière, parti de l'Inde au mois de mars 1760 et empêché par la guerre que nous soutenions avec les Anglais, eut le courage d'attendre pendant huit années à Pondichéry le passage de 1769, risquant ainsi sa position officielle à l'Académie des sciences, où, faute de nouvelles sur son compte, on finit par le remplacer ; perdant son patrimoine qu'il avait déposé entre des mains infidèles ; et, pour comble de malheur, manquant le but de son voyage. Lors du passage de 1761, il n'avait pu, en effet, que constater le phénomène du pont de son navire sans pouvoir l'observer, et en 1769 un ciel chargé de nuages rendit impossible toute observation.

L'abbé Chappe d'Auteroche, en 1769, n'avait pas été

plus heureux. Après avoir observé le passage de 1761, en Sibérie, il alla mourir de la fièvre jaune en Californie, le 1er août 1769, à l'âge de 41 ans.

Le P. Hell et Planmann s'étaient rendus alors, l'un en Sibérie, l'autre en Finlande, pendant que Green, Kook et Solander partaient pour Taïti ; Dymond et Wales pour la baie d'Hudson. Cassini, Messier, Bernouilli, Du Séjour, Maskeline, Dolière, etc., devaient observer, soit à Paris, soit à Londres, soit à Saint-Pétersbourg, et même à Pékin.

Dès qu'on eut rassemblé tous les matériaux, plusieurs mathématiciens se mirent à l'œuvre et combinèrent d'une manière variée les différentes séries des observations. Le résultat fut loin de répondre à leur attente : on obtint en effet une suite de valeurs s'étageant depuis 7″,5 jusqu'à 9″,2, sans qu'on pût décider à quel chiffre il fallait s'arrêter.

En 1822, Encke, alors directeur de l'Observatoire de Seeberg, près de Gotha, entreprit une revision approfondie de tous les travaux accumulés par les observations des passages de Vénus. Il obtint comme résultat le plus probable, la valeur 8″,5776. Ses conclusions eurent un grand retentissement lorsqu'elles furent publiées en 1824 (1).

La quatrième décimale surtout parut imposante ; la discussion qui avait permis de l'obtenir ayant été laborieuse devait, pensait-on, être à l'abri de tout reproche, si bien que la valeur de Encke resta incontestée et classique pendant des années. La distance du Soleil paraissait désormais fixée à 153 680 000 kilomètres.

La trêve dura exactement trente ans. Le cri d'alarme, suivant l'heureuse expression de Miss Clerke, fut jeté par Hansen, en 1854 ; voici à quelle occasion. Hansen avait constaté l'existence d'un léger déplacement mensuel appa-

(1) MONTH. NOT., vol. XV, p. 9.

rent du Soleil dans le ciel, d'environ 6″,4, dû à ce fait que la Terre et la Lune tournent autour de leur centre de gravité commun. Depuis, on a souvent fait usage de ce mouvement apparent pour déterminer la masse de la Lune par rapport à celle de la Terre, en employant comme donnée la distance supposée connue du Soleil ; mais nous pouvons connaître la masse de la Lune par d'autres moyens, par l'étude des marées en particulier ; nous pourrons donc en déduire la parallaxe solaire en termes de l'équation lunaire du mouvement du Soleil (1).

Or, il se trouva que les mouvements observés de la Lune ne s'accordaient pas du tout avec la valeur de la parallaxe universellement admise, et la théorie réclamait une diminution de la distance du Soleil à la Terre d'au moins 6 millions de kilomètres.

En 1857, Hansen reprenait la question sous un autre aspect et montrait que certaines différences entre les positions observées et calculées de Vénus et de Mars s'évanouiraient en modifiant la parallaxe dans le sens indiqué (2).

Ce n'était pas la première fois qu'on faisait intervenir des théories gravitationnelles dans le calcul de la parallaxe solaire. Le docteur Matthew Stewart d'Édimbourg avait conçu l'idée dès 1763 d'appliquer à cette recherche les perturbations causées par le Soleil sur la marche de notre satellite. Son essai était demeuré infructueux (3) ; un peu plus tard Tobias Mayer de Göttingen n'avait pas réussi davantage, mais Laplace dans son

(1) En appelant L la valeur maximum de l'équation lunaire (6″,4), ω la parallaxe du Soleil, R la distance de la lune et r le rayon terrestre, M et m les masses respectives de la Terre et de la Lune, on peut écrire l'équation suivante :

$$\omega = L\left(\frac{r}{R}\right)\left(\frac{M+m}{m}\right) = 6'',4\left(\frac{1}{60}\right)82 = 8'',75 \text{ environ}$$

mais les données ne sont qu'approximatives.

(2) Month. Not., vol. XXXV, p. 156.

(3) *The Distance of the Sun from the Earth determined by the Theory of Gravity*, Edimbourg, 1763.

Traité de mécanique céleste (1) qui fut publié de 1799 à 1825, aborda le problème avec toute l'ampleur désirable.

Sa méthode était fondée sur l'*inégalité parallactique lunaire :* c'est le nom donné à une irrégularité de mouvement dépendant de ce fait que l'action perturbatrice du Soleil sur la Lune diffère sensiblement de ce qu'elle serait si la distance de l'astre central était infiniment grande au lieu d'être réduite à quatre cents fois environ la distance de la Lune à la Terre. Il est difficile d'entrer ici dans les détails de la méthode ; qu'il nous suffise de faire remarquer que, grâce à l'attraction solaire, l'intervalle entre la nouvelle Lune et le premier Quartier est de 8 minutes plus long que l'intervalle entre le premier Quartier et la pleine Lune. Or, cette différence dépendant du rapport des distances respectives de la Terre à la Lune et au Soleil, il suffira d'observer exactement cette différence pour connaître ce rapport. Mais, d'autre part, la distance de la Lune étant connue avec une grande approximation, nous aurons facilement la distance du Soleil. Malheureusement, la théorie qu'on pourrait appliquer si la Lune était un simple point, se heurte à plus d'une difficulté dans la pratique et comporte des sources d'erreurs, bien que la méthode soit en elle-même très parfaite.

Chose assez étrange, par un hasard malencontreux, Laplace avait employé des données imparfaites qui l'avaient conduit au résultat admis par Encke à la suite de la discussion des passages de Vénus.

Cette courte digression nous aidera à comprendre plus facilement quels troubles les travaux de Hansen apportèrent aux esprits endormis dans la quiétude d'une solution quasi officielle.

Ce fut bientôt au tour de Leverrier d'entrer dans la lice. En 1849, Leverrier avait commencé à reprendre les

(1) *Œuvres de Laplace*, t. III, p. 326.

théories des mouvements planétaires et en 1858 (1), il donnait une méthode nouvelle fondée sur les perturbations séculaires apportées par la Terre aux mouvements de Vénus et de Mars, et qui sont surtout la cause des changements de leurs nœuds et de leur périhélie. Ces perturbations qui s'accumulent avec le cours des siècles seront de plus en plus connues par l'observation et nous permettront de déterminer très exactement le rapport entre les masses du Soleil et de la Terre. Mais ce rapport suffit pour calculer la distance du Soleil. On sait, en effet, que la masse du Soleil peut être déterminée en comparant la distance parcourue par la Terre tombant sur le Soleil pendant une seconde (distance mesurée par la courbure de son orbite) avec l'intensité de la pesanteur terrestre ; mais dans ce problème, le rayon de l'orbite terrestre entre comme donnée nécessaire. Si donc, inversement, nous trouvons, par un procédé quelconque, la masse du Soleil comparée à celle de la Terre, leur distance deviendra l'inconnue et nous pourrons la déduire des mêmes équations.

Leverrier avait une telle confiance en cette méthode qu'il la considérait comme seule digne de valeur ; à ce point, qu'il refusa de vérifier les opérations faites lors du passage de Vénus en 1874. D'après lui, tous les autres moyens n'étaient que travaux dépensés en pure perte. Il n'est pas douteux que la méthode des perturbations soit d'une valeur incontestable et qu'elle constitue vraiment la « méthode de l'avenir », car, selon le mot de Leverrier lui-même, « elle diffère de toutes les autres en ce qu'elle a *le temps* pour elle » (2) ; c'est bien le cas d'appliquer ici les paroles de Laplace au sujet du procédé des perturbations : « Il est très remarquable qu'un astronome, sans

(1) Comptes Rendus, t. XLVI, p. 882.
(2) Month. Not., vol. XXXV, p. 401.

sortir de son observatoire, en comparant seulement ses observations à l'analyse, puisse déterminer exactement la grandeur, l'aplatissement de la Terre et sa distance au Soleil et à la Lune, éléments dont la connaissance a été le fruit de longs et pénibles voyages dans les deux hémisphères ».

Quoi qu'il en soit, l'application de la méthode de Leverrier semblait prématurée, car la parallaxe obtenue s'élevait à 8″,95.

Ces résultats, d'accord avec ceux de Hansen, montraient tout simplement que le chiffre de 8″,57 était vraiment trop faible. Plus tard l'évaluation de Leverrier fut corrigée par Stone qui obtint 8″,91 (1), et Leverrier lui-même en 1872 adopta 8″,86 (2).

Le calcul repris par Newcomb ces dernières années a donné une valeur plus faible : 8″,759 ± 0″,10. « La petitesse de cette valeur ainsi obtenue, dit Young, est presque aussi embarrassante à l'heure actuelle que la grandeur de la valeur calculée au moyen des passages de Vénus. »

L'année 1862 fournit aux astronomes l'occasion de déduire une nouvelle valeur à l'aide d'une opposition favorable de Mars. Elle conduisait séparément Stone et Winnecke à cette conclusion que la distance du Soleil à la Terre devait être fixée à un peu plus de 146 millions de kilomètres. Mais, à la suite de la campagne organisée en 1862 et à laquelle prirent part un grand nombre d'observatoires dans les deux hémisphères, M. Newcomb qui fit la réduction de tous les travaux donna à la parallaxe une valeur de 8″,855 (3), c'est-à-dire que la distance supposée parut très voisine de 148 millions de kilomètres, chiffre qui prévalut pendant quelques années.

(1) Month. Not., vol. XXVIII, p. 25.
(2) Comptes Rendus, t. LXXV, p. 165.
(3) Wash. Obs., 1865, App. II, p. 28.

Ce résultat allait recevoir une importante confirmation due à une méthode d'un genre absolument différent de tout ce que l'on avait imaginé jusque-là : une méthode purement physique basée sur la vitesse de la lumière.

Les observations des éclipses des satellites de Jupiter qui se font tantôt en avance, tantôt en retard, suivant la position de la Terre sur son orbite, avaient conduit Römer en 1675 à la détermination de la vitesse de la lumière. La solution élégante trouvée par le mathématicien danois, et que tout le monde connaît, repose sur la valeur du rayon de l'orbite terrestre. Dès lors, on conçoit que si les méthodes physiques nous permettent d'évaluer d'une façon précise la vitesse de la lumière, nous pouvons résoudre le problème inverse et connaître ainsi la distance du Soleil à la Terre.

Au temps de Römer il ne pouvait être question de cette dernière méthode, et c'était au contraire la valeur très indéterminée et oscillante de la parallaxe qui fixait la vitesse de la lumière. Depuis, les perfectionnements apportés aux instruments permirent au génie inventif des Fizeau (1) et des Foucault (2) de mesurer cette vitesse d'une façon indépendante et directe. En 1862, Foucault appliqua à ces recherches la méthode des miroirs tournants de Wheatstone et annonça au monde savant que la lumière voyageait plus lentement qu'on ne l'avait supposé (3). La distance du Soleil devait donc être diminuée proportionnellement.

Le temps que met la lumière pour venir du Soleil a reçu le nom d'*équation de la lumière* et on le détermine par l'observation des éclipses des satellites de Jupiter.

Théoriquement, il suffit de multiplier la vitesse de la lumière par ce temps, qui égale 499 secondes ± 2 pour

(1) Comptes Rendus, t. XXIX, p. 90.
(2) Ibid., t. XXX, p. 551.
(3) Ibid., t. LV, p. 501.

avoir la distance du Soleil indépendamment de toute connaissance des dimensions de la Terre.

Pratiquement, l'approximation n'est guère suffisante car la détermination du moment précis des éclipses des satellites de Jupiter constitue à elle seule un problème presque insurmontable, et d'autre part toute la méthode repose sur cette hypothèse que la lumière voyage dans l'espace interplanétaire avec la même vitesse que dans nos expériences terrestres, après avoir tenu compte du retard connu dû à la réfraction de l'air. Quoi qu'il en soit, le même principe permit d'aborder le problème sous une autre face.

Le rayon lumineux émané d'une étoile compose sa vitesse avec celle de la Terre sur son orbite et la direction dans laquelle nous apercevons l'étoile n'est que la résultante de ces deux mouvements. Ce phénomène est connu sous le nom d'aberration et fut découvert par Bradley en 1727. Le rapport des vitesses composantes peut grossièrement être évalué de 10 à 10.000 environ, mais il est susceptible de recevoir une détermination précise. La constante de l'aberration déduite de l'observation des étoiles est connue avec une exactitude beaucoup plus grande que l'équation de la lumière et peut être représentée par le chiffre de 20″,47 ; dans notre parallélogramme des vitesses nous connaissons donc la résultante donnée par la constante de l'aberration, l'une des composantes qui n'est autre que la vitesse de la lumière obtenue expérimentalement ; la deuxième composante (vitesse de la Terre par seconde sur son orbite) s'en déduira immédiatement (1).

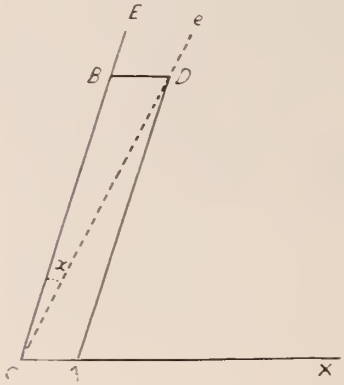
Il nous sera dès lors facile d'obtenir la grandeur de l'orbite terrestre et son rayon moyen. Cette méthode

(1) Soient les directions OX et OE sur lesquelles nous prendrons : OA égale à la vitesse de la Terre sur son orbite et OB égale à la vitesse de la lumière. La diagonale OD sera la direction de la vitesse relative de la lumière et l'observateur verra l'étoile E dans la direction O*e*. (Voir la suite p. 494).

donnerait actuellement pour la valeur de la parallaxe 8″,803, nombre très concordant avec les dernières observations d'Eros. Mais n'anticipons pas sur les événements.

A l'époque où nous en sommes restés, bien qu'on ne pût déterminer d'une façon exacte le chiffre de la parallaxe, il y avait un tel ensemble de preuves en faveur de son augmentation qu'une correction s'imposait ; si bien qu'en février 1864, au Meeting anniversaire de la Royal Astronomical Society, la réduction de la distance du Soleil à la Terre fut la première question inscrite au programme. Cette distance fut, à l'unanimité, diminuée de quatre millions de milles. Mais afin de ne pas effrayer le public et pour ne pas enlever tout crédit à l'exactitude des méthodes astronomiques, on prit soin de bien montrer que ce changement dans la parallaxe correspondait à peine à la largeur d'un cheveu vu à 125 pieds (1).

Bien que l'ensemble des déterminations témoignât qu'on



On peut calculer l'angle EOe. Si on l'appelle x et si l'on désigne EOX par α, on aura dans le triangle OAD

$$\frac{OA}{AD} = \frac{\sin ODA}{\sin DOA}$$

ou, en évaluant OA et AD en kilomètres, approximativement

$$\frac{30}{300\,000} = \frac{\sin x}{\sin(\alpha - x)}$$

d'où l'on tire

$$\operatorname{tang} x = \frac{30 \,.\, \sin \alpha}{300\,000 + 30 \cos \alpha}.$$

Le maximum de cette valeur répond à $\alpha = 90°$ et dans ce cas $x = 20'',47$. C'est le maximum de l'erreur due à l'aberration. Mais x étant connu expérimentalement, OA peut devenir l'inconnue et on a, en désignant la vitesse de la terre par v :

$$v = \frac{\sin ODA \,.\, AD}{\sin DOA} = \frac{300\,000 \,.\, \sin x}{\sin(\alpha - x)}.$$

(1) Month. Not., vol. XXIV, p. 103.

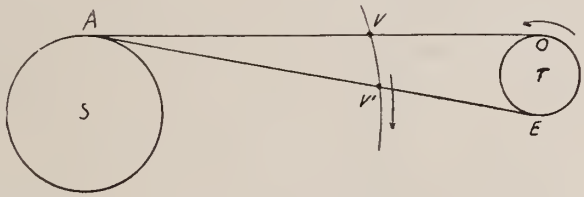
avait eu raison d'opérer ce grave changement, l'incertitude régnait encore sur la vraie valeur à adopter et on comptait sur le prochain passage de 1874 pour lever tous les doutes (1).

D'innombrables précautions furent prises pour écarter toutes les sources d'erreurs ; on imagina des méthodes (2) et des moyens nouveaux ; la chambre noire devait être partout employée et on comptait sur l'impartialité de la plaque photographique pour résoudre le problème. On fit aussi des expériences préliminaires sur des passages artificiels. Bref, chaque observateur eut sa fiche et son équation personnelle. Les résultats ne pouvaient être que merveilleux. Les expéditions répandues sur toute la terre furent favorisées généralement par les conditions atmosphériques.

Le 8 décembre 1874 n'était pas terminé, que de partout

(1) MONTH. NOT., vol. XVII, p. 208.

(2) On se servit surtout de la méthode de Delisle qui ne requiert pas l'usage de stations polaires comme celle de Halley. On choisit deux stations équatoriales sur une ligne parallèle au mouvement de Vénus.



Supposons que l'observateur O note le moment du contact intérieur de Vénus en temps moyen de Paris ; la planète est en V. Pour l'observateur E, le contact n'aura lieu que quelques minutes après et la planète sera en V'. L'angle VAV' est précisément la double parallaxe. Mais cet angle sera donné par la différence des moments des contacts : soit 12 minutes le temps nécessaire. On sait d'autre part que Vénus accomplit sa révolution synodique en 584 jours, on peut donc calculer son déplacement angulaire en 12 minutes et on trouve que l'angle en A est environ 18' : la parallaxe est donc voisine de 9', puisque OAE est la double parallaxe.

Cette méthode est excessivement avantageuse, puisqu'elle n'exige pas qu'on voie à la fois le commencement et la fin du passage séparés par un long intervalle de temps.

Il suffit que les observateurs connaissent très exactement leur longitude pour déterminer l'heure précise de Paris à un moment donné.

on lançait des télégrammes enthousiastes sur les brillants résultats de la campagne. Cet engouement dut, hélas ! bientôt diminuer à mesure que se firent les réductions, et peu à peu, il devint évident qu'il fallait abandonner l'espoir d'une conquête définitive.

Le ligament noir avait sans doute apporté moins de perturbations qu'on aurait cru; mais on ne pouvait tout prévoir et l'examen des photographies montra qu'on allait se heurter à une difficulté insurmontable due à l'illumination de l'atmosphère de Vénus : l'anneau lumineux entourant la planète faussait tous les résultats.

Il fallut alors s'avouer que la grande unité de longueur astronomique n'avait rien gagné en certitude par l'effort combiné des observations de 1874.

Quelques mois auparavant, M. Proctor estimait que l'incertitude s'élevait à 2 329 800 kil. (1) et qu'elle serait réduite après 1874 au chiffre de 160 000 kil. environ ; or, après le passage, toutes les réductions étant soigneusement faites et contrôlées, le professeur Harkness jugea qu'elle était encore de 2 536 200 kil. (2) ! Le but était donc loin d'être atteint.

Personne cependant ne se découragea ; l'expérience devait servir à quelque chose : il devenait nécessaire de chercher d'autres moyens que les méthodes connues. On allait entrer dans une phase nouvelle d'activité.

Le 5 septembre 1877, Mars se trouvait à une opposition favorable et Sir David Gill entreprit une détermination de la parallaxe par une méthode nouvelle.

A vrai dire, cette méthode avait été recommandée en 1857 par Sir George Airy (3), mais on ne l'avait jamais bien essayée. Son principe consiste à substituer des observations faites le matin et le soir en un même lieu à des observations simultanées opérées en des lieux éloignés ;

(1) *Transits of Venus*, p. 89.
(2) Am. Jour. of Sc., vol. XX, p. 393.
(3) Month. Not., vol. XVII, p. 219.

la rotation de la terre étant suffisante pour obtenir un déplacement sensible. Ce procédé est connu aujourd'hui sous le nom de méthode diurne des parallaxes.

Gill se rendit à l'île de l'Ascension pour exécuter ses mesures ; il obtint environ 350 positions de la planète, et tous les Observatoires prirent part à ce travail en déterminant avec la plus grande précision la place des étoiles qui devaient servir de termes de comparaison. En 1884 il donnait 8″,783 ± 0″,015 comme valeur de la parallaxe (1).

On se servit également des petites planètes (2). La première employée dans ce but fut Flora, qui porte le numéro 8, et qui fut découverte par Hind le 18 octobre 1847. Sa distance moyenne au Soleil est de 2,20139, alors que cette même valeur pour Mars est de 1,52369.

Galle avait obtenu à l'aide de Flora 8″,87 en 1875 (3). Des observations de Junon, plus éloignée encore, Gill et Lindsay avaient déduit le chiffre de 8″,77. Sir David Gill, de l'Observatoire de Victoria, en 1894 trouva 8″,80.

Avec la même petite planète en 1897, le docteur Auwers conclut à 8″,82. De nouveau Gill déduisit 8″,80 d'observations de Sapho faites à la même époque, tandis qu'avec cette même planète le docteur Auwers en 1897 trouvait 8″,63. Enfin le docteur Elkin obtint 8″,81 et Auwers 8″,77 des observations d'Iris en 1897.

La moyenne de ces déterminations est 8″,79 valeur probablement très proche de la vérité.

Entre temps on collectionnait de volumineuses données ; les observations de la petite planète Victoria n'occupèrent pas moins de 21 observatoires pendant quatre mois ; les travaux directs de triangulation immobilisèrent à peu près quatre héliomètres pendant la plus grande partie d'une année, et les calculs difficiles qui suivirent durèrent

(1) Mem. Roy. Astr. Soc., vol. XLVI, p. 163.
(2) Astr. Nachr., n° 1897.
(3) Hilfiker, Bern. Mittheilungen, 1878, p. 109.

trois ans à l'Observatoire du Cap et remplirent deux énormes volumes (1).

Le résultat final de Gill publié en 1897 fut une parallaxe de 8",802 équivalant à une distance solaire de 149 454 500 kil.

En 1873-74 de nouvelles expériences sur la vitesse de la lumière permirent à Cornu de placer la parallaxe solaire entre 8",78 et 8",85 (2), et en 1882 la discussion du dernier passage de Vénus par les missions belges au Texas et au Chili donna le chiffre de 8",907 avec une erreur probable de ± 0",084 (3).

La discussion par M. Cruls, directeur de l'Observatoire de Rio-Janeiro, des observations brésiliennes du même passage conduit à la valeur de 8",808 (4). Les observations anglaises donnaient une valeur un peu différente en 1882, soit : 8",832 ± 0",024 (5).

Une nouvelle méthode de discussion appliquée par M. Orbrecht aux observations photographiques obtenues par les missions françaises sur le passage de Vénus de 1874 (6) a donné 8",80 ± 0",06, valeur qui se rapproche beaucoup du chiffre 8",794 qui a été calculé à l'aide d'une nouvelle détermination de l'équation de la lumière par M. Newcomb.

Tout récemment, à la suite d'une étude approfondie de la constante de l'aberration, Chandler trouva 8",78 (7).

Enfin Herr B. Weinberg, de l'Université d'Odessa, a réuni environ 130 des valeurs les plus sérieuses de la parallaxe solaire obtenues par différents observateurs avec diverses méthodes depuis 1875. De cette discussion, il

(1) ANNALS OF THE CAPE OBSERVATORY, vol. VI, VII.

(2) COMPTES RENDUS, t. LXXVI, p. 338.

(3) ANNALES DE L'OBSERVATOIRE ROYAL DE BRUXELLES, 1884. — BULL. DE L'ACAD., t. VI, p. 842.

(4) ANNALES DE L'OBSERVATOIRE IMPÉRIAL DE RIO DE JANEIRO, 1887.

(5) *Transit of Venus*, 1882, in-4°. — MONTH. NOT., vol. XLVIII, p. 201.

(6) COMPTES RENDUS, t. CV.

(7) ASTROPHYSICAL JOURNAL, n° 329.

ressort qu'on peut adopter $8'',804 \pm 0'',00243$ comme valeur finale pour cette constante (1).

Telle est la conclusion qui s'impose des travaux du XIXe siècle ; nous allons voir les astronomes du XXe entreprendre une campagne autrement sérieuse et mener à bonne fin la solution d'un problème aussi passionnant.

Le 19 avril 1898, M. Witt, de l'Observatoire Urania, de Berlin, découvrait sur l'une de ses photographies stellaires une petite planète à laquelle on donna dans la suite le nom d'Eros.

La même nuit, quelques heures plus tôt, M. Charlois, de l'Observatoire de Nice, photographiait exactement la même région du ciel. Mais comme il remit à plus tard le développement et l'examen de ses clichés, il ne reconnut la petite planète que deux jours après M. Witt.

Si Eros avait été un corps céleste appartenant au groupe des astéroïdes situés entre Mars et Jupiter, la perte n'eût pas été bien grande pour M. Charlois. Chaque année, en effet, depuis l'application de la photographie à l'examen du ciel, c'est par douzaines qu'on découvre les petites planètes, et la trouvaille d'un astre de ce genre n'est plus un événement. MM. Charlois et Palisa en ont pour leur propre compte découvert des centaines.

D'après la loi de répartition des grandes planètes, il semble qu'un vide existe à la distance Mars-Jupiter. Il y a place pour un monde qui n'existe pas. Cependant, une observation attentive montra à Piazzi un astre minuscule auquel fut donné le nom de Cérès. C'était le 1er janvier 1801. Depuis, les astronomes en ont découvert bien d'autres. Chaque année la liste s'accrut de nouveaux noms, et au 1er janvier 1901, dans l'intervalle d'un siècle, 471 petites planètes étaient découvertes. Toutes celles du voi-

(1) ASTR. NACHR., n° 3866.

sinage qu'on mentionnera maintenant n'auront qu'un intérêt restreint. Mais alors, pourquoi la découverte d'Eros était-elle aussi inattendue qu'extraordinaire ? C'est qu'Eros n'appartient pas à ce groupe d'astéroïdes. Il se trouve situé, non entre Mars et Jupiter, mais en deçà de la planète Mars et du côté de la Terre, de telle sorte qu'à certaines époques, il s'approche de nous plus près qu'aucune autre planète grosse ou petite.

A son plus grand voisinage, il n'est qu'à 20 800 000 kilomètres, tandis que Mars dans les mêmes circonstances se trouve encore à 56 000 000 de kilomètres et Vénus à 40 000 000. On comprend mieux par ces nombres la valeur et la portée de la trouvaille de M. Witt.

En elle-même la planète n'a rien de remarquable ; elle mesure tout au plus 30 kilomètres de diamètre, et, dans les plus grandes lunettes, munies de leurs plus forts grossissements, elle n'apparaît que comme un très petit point brillant, sans disque appréciable. Cette petitesse même n'est pas sans avoir de sérieux avantages pour les astronomes. Elle permet soit au télescope, soit sur la plaque photographique, de mesurer la position de l'astre avec une extrême exactitude. C'est ce qui fait d'Eros, à ce point de vue, une valeur non négligeable du système solaire.

Eros et la Terre ne sont pas cependant toujours très voisins. En raison de la différence de leurs temps de révolution, la position des deux planètes change énormément. La Terre revient à son périhélie en une année, tandis qu'Eros met 642 jours à accomplir un tour entier autour du Soleil, de sorte que si nous étions placés au centre du système solaire et que nous regardions les planètes partir d'un même point apparent de la sphère céleste, nous verrions la Terre prendre peu à peu de l'avance sur Eros, à tel point qu'elle aurait déjà accompli les trois quarts d'une seconde révolution, quand Eros reviendrait pour la première fois seulement à son point de départ.

Au bout de deux années un tiers environ, la Terre

rejoint Eros ; mais cette conjonction n'est pas toujours très favorable en ce sens que les points occupés par les planètes sur leurs orbites ne sont pas nécessairement à l'endroit du plus grand voisinage de ces orbites.

Ce n'est que tous les trente-sept ans que se produisent les conjonctions les plus favorables : tous les trente ans à peu près la Terre se trouve donc relativement proche de ce petit monde.

Si les éléments de l'orbite d'Eros n'ont pas varié sensiblement par suite de l'attraction de quelque planète, la dernière conjonction avec distance minima a dû se produire en 1880 ; la prochaine aurait donc lieu seulement en 1917. Il est vrai qu'en 1910 il se produira une autre conjonction relativement favorable.

Dès la découverte de M. Witt, on eut l'idée d'employer Eros à la mesure de la parallaxe, et sous l'initiative de M. Loewy, le directeur de l'Observatoire de Paris, on décida à la Conférence internationale de Paris, en 1900, qu'on n'attendrait pas les oppositions beaucoup plus favorables de 1910 et de 1917, mais qu'on profiterait immédiatement des avantages offerts par la situation très proche d'Eros pour essayer une détermination nouvelle de la parallaxe solaire (1).

Aussitôt des circulaires furent envoyées à tous les observatoires, leur demandant de prendre part à ce travail. Quarante-sept observatoires de tous les points du globe se déclarèrent prêts. La trajectoire de la planète fut calculée pour la période où elle était proche de nous, et une liste de plus de 700 étoiles placées près de cette trajectoire fut dressée afin d'avoir des étoiles de repère. La position de ces dernières fut déterminée à la lunette méridienne dans treize observatoires : ceux d'Abbadia, de Greenwich, de Koenigsberg, de Lisbonne, de Lick, de Marseille, de Nice, de Paris, de Rome, de Toulouse,

(1) *Rapport sur l'état de l'Observatoire de Paris pour 1900*, p. 7.

de San Fernando, de Strasbourg, prirent part au travail (1).

Les résultats de ces mesures ont déjà été publiés et ont même servi pour les réductions des photographies prises à l'heure actuelle.

On résolut ensuite de déterminer les positions des étoiles plus faibles qui se trouvent le long de la trajectoire de la planète et qui devaient servir à fixer exactement cette trajectoire. Plusieurs observatoires se partagèrent cette tâche et firent une centaine de photographies.

On avait décidé à l'origine de mesurer toutes les étoiles jusqu'à la douzième grandeur se trouvant dans une zone de 10′ de chaque côté de la trajectoire d'Eros. De plus, on devait mesurer sur toutes les plaques contenant la planète toutes les étoiles comprises dans un carré de 20′ autour d'elle. Mais le travail était si considérable qu'on reconnut bientôt l'impossibilité de l'exécuter dans son entier. On se contenta de publier une liste des positions approchées des étoiles récemment employées d'après les rapports des observatoires.

Restait à déterminer la position de la planète au

(1) Voici la méthode employée pour calculer la parallaxe d'Eros au moyen des étoiles de repère.

Soient A et B la position de deux observateurs placés aux extrémités d'un rayon terrestre.

E la position de la planète Eros.

Il s'agit de déterminer l'angle ε qui est la parallaxe ou angle AEB.

On mesure alors des deux stations la distance angulaire d'une étoile α à E (proche d'E). Cette étoile, en raison de sa grande distance, paraît aux deux observateurs dans des directions parallèles, mais les angles αAE et α′BE étant très petits ne sont pas différemment modifiés par la réfraction, ce qui est un sérieux avantage. Nous remarquerons que

$$\varepsilon = EA\alpha - EB\alpha'$$

c'est-à-dire que la parallaxe est précisément égale à la différence des arcs αE et α′E mesurés sur la sphère céleste.

Dans le cas où les stations A et B sont à une latitude quelconque, il est facile d'en tenir compte.

milieu de ces étoiles. Ces déterminations furent faites, soit photographiquement, soit au micromètre à la lunette.

Pour les photographies, on ne se contenta pas de faire une seule exposition sur la même plaque. Dans certains observatoires on fit jusqu'à cinq poses différentes sur le même cliché ! Dans l'oculaire du chercheur de la lunette se trouvait un réticule à fils fins formant un petit rectangle que l'on plaçait au centre du champ de la photographie. La première exposition était de cinq minutes avec l'étoile guide à l'angle nord du rectangle ; la seconde, d'une minute avec l'étoile guide à l'angle est ; la troisième, de deux minutes avec l'étoile guide à l'angle sud ; et la quatrième d'une minute à l'angle ouest ; enfin la cinquième exposition, d'une durée de cinq minutes avec l'étoile guide de nouveau à l'angle nord. La première et la cinquième image de l'étoile guide devaient donc être superposées, mais en raison du déplacement d'Eros durant la pose totale, les images de la planète — la première et la dernière — n'étaient plus en coïncidence. Il devenait donc facile d'identifier la planète au milieu des étoiles voisines.

Il y a à peine plus de trois ans que commença cette campagne internationale pour déterminer la distance du Soleil à la Terre, et les résultats à l'heure actuelle sont déjà prodigieux.

Voici comment dans son rapport annuel pour 1903, paru récemment, M. Loewy, directeur de l'Observatoire de Paris, résume les travaux d'ensemble :

« Nous sommes parvenus, dit-il, à terminer la mesure et la réduction de la masse énorme de documents se rapportant à la campagne internationale de 1900-1901 concernant la parallaxe du Soleil. Tous ces résultats figureront en grande partie dans la onzième circulaire dont l'impression est en cours d'exécution. L'Observatoire de Paris était particulièrement tenu, dans cette circonstance, à s'acquitter sans délai des engagements contractés dans la Conférence internationale de 1900 et à fournir à l'œuvre commune la contribution la plus efficace. L'inspection du

tableau qui, dans cet ordre d'idées, résume notre activité, permettra au conseil de juger que nous ne sommes pas restés au-dessous de notre tâche :

« 1661 observations méridiennes pour déterminer les positions des étoiles de repère destinées à faire connaître les coordonnées célestes qui correspondent aux images stellaires contenues dans les clichés ;

» 10 858 observations photographiques des étoiles de comparaison, des étoiles de repère et d'astres voisins de la trajectoire d'Eros ;

» 284 positions équatoriales de la planète obtenues à l'aide des clichés ;

» 281 mesures micrométriques réalisées à l'aide des équatoriaux à vision directe.

» Le vaste ensemble des positions de la planète Eros émanant des divers observatoires associés, et obtenues soit par des mesures micrométriques directes, soit par l'emploi de la méthode photographique, où, dans les deux cas, les astronomes se sont efforcés d'atteindre le plus haut degré d'exactitude, fournira une occasion exceptionnelle de se rendre compte de la valeur relative de ces deux modes d'opération.

» Il me semble de toute opportunité de fournir quelques renseignements sur l'état d'avancement de cette importante entreprise internationale, car on n'a pas cessé d'émettre des doutes sur la possibilité de faire paraître, dans un délai admissible, toute cette quantité énorme de documents accumulés par un si grand nombre de collaborateurs. L'histoire de la science dans le passé semblait bien, en effet, autoriser des inquiétudes à ce sujet. Je suis heureux de pouvoir dissiper ces craintes et d'affirmer que l'apparition de la onzième circulaire va encore apporter un nouveau contingent considérable de matériaux homogènes et susceptibles d'être immédiatement utilisés sans qu'on soit contraint de se livrer à ces longs et fastidieux travaux préliminaires, toujours nécessaires autrefois pour rendre comparables les diverses données. Une seule

publication supplémentaire suffira probablement pour mettre à la disposition des savants la presque totalité des travaux effectués dans cette mémorable entreprise qui a si bien mis encore une fois en lumière l'esprit de solidarité qui, depuis plus d'un siècle, anime les astronomes de tous les pays. (1) »

Ainsi que l'annonçait M. Loewy, la onzième circulaire vient de paraître ; elle forme un volume in-4° de plus de 400 pages. La première était de 6 pages ; la cinquième de 14 ; la septième de 67 ; la neuvième de 200, et la dixième, parue l'année dernière, avait 220 pages de texte, plus un appendice de 98 pages de table.

On peut le dire sans injustice pour personne, c'est M. Loewy qui a assumé la responsabilité de cette tâche gigantesque et qui a donné à cette œuvre tout son crédit. Nous ne devons pas oublier non plus que c'est l'Académie des sciences de Paris qui supporte les frais considérables de cette publication.

Et maintenant quels seront les résultats ?

Il serait téméraire de donner des conclusions positives sur la valeur de la parallaxe solaire. Il faut attendre les réductions de toutes les observations, mais d'ores et déjà on peut faire quelques prévisions sur les chiffres qu'on obtiendra.

On a commencé la réduction d'un certain nombre de photographies. C'est ainsi que M. Wilson, de Northfield Observatory, a déjà publié les résultats qu'il a obtenus d'après les mesures prises sur 67 clichés posés pendant la période de l'automne et de l'hiver 1900-1901 (2).

« La seule conclusion que nous puissions tirer de cet examen, dit-il, est que la parallaxe solaire est très voisine de 8″,80, probablement entre 8″,80 et 8″,81. Il ne serait pas convenable cependant de tirer une solution rigoureuse

(1) *Rapport annuel sur l'état de l'Observatoire de Paris pour 1905*, par M. Loewy, directeur de l'Observatoire, p. 10.

(2) *Popular Astronomy*, 1904, mars.

de ces seules données, car il est nécessaire de réunir une masse d'observations beaucoup plus grande afin d'éliminer plus complètement les erreurs accidentelles. »

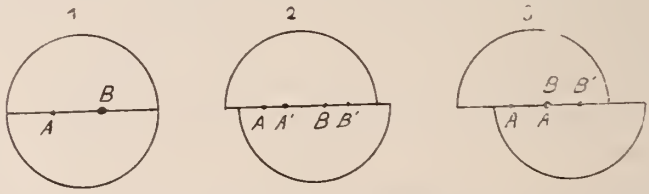
M. Hinks, de Cambridge Observatory, a publié dans les MONTHLY NOTICES de la British Royal Astronomical Society les résultats d'une réduction des mesures de 295 photographies d'Eros fournies par neuf Observatoires. Il a obtenu comme valeur de la parallaxe solaire 8″,7966 ± 0″,0047, ce qui donnerait, dans le cas d'une erreur positive, 8″,8013 (1).

De toutes façons les deux valeurs diffèrent peu l'une de l'autre. Il est aussi intéressant de noter que ces résultats concordent très bien avec ceux obtenus par le docteur Weinberg, comme moyenne de toutes les observations depuis 1825 : 8″.804 ± 0″,00243, ainsi qu'avec ceux obtenus par le docteur Gil au cap de Bonne-Espérance, d'après les mesures héliométriques des astéroïdes Victoria et Sapho en 1889 (2).

(1) THE OBSERVATORY, sept. 1905. — MONTHLY NOTICES, juin 1904.

(2) L'héliomètre, instrument employé pour mesurer des distances angulaires depuis quelques minutes jusqu'à un ou deux degrés, est un des plus importants parmi les instruments modernes de précision. Il avait servi au début à mesurer le diamètre du soleil, de là son nom ; il remplace avantageusement les micromètres filaires.

C'est un micromètre à double image, obtenu en divisant l'objectif d'une lunette suivant un diamètre. La partie supérieure est fixe, tandis que la partie inférieure peut glisser sur la première et le déplacement est mesuré par un tambour gradué.



S'il n'y a aucun glissement, la lentille fonctionne comme une lunette ordinaire et ne donne qu'une image pour chaque étoile A et B (1re position) dans le plan de séparation.

En faisant glisser la moitié inférieure, on obtient d'abord deux images A et A′, B et B′ pour chaque étoile (2e position). Le glissement continuant, A′ se confond bientôt avec B ; on peut donc connaître rigoureusement la distance angulaire cherchée et représentée par AB (3e position).

Il est donc assez facile de calculer entre quelles limites est comprise la distance du Soleil à la Terre.

En supposant que 8″,80 est la vraie parallaxe et que 6 377 kilomètres est la valeur du rayon équatorial de la Terre, la distance du Soleil est donnée par la proportion suivante :

$$d : 6\,377 :: 1 : 8{,}80 \sin 1''.$$

Le calcul donne pour valeur de d : 149 471 000 kilomètres. En adoptant un rayon de 6 378 kilomètres, d'après Clarke, on aurait 149 494 000 kilomètres.

Si la parallaxe atteignait 8″,81, la distance serait diminuée de 170 000 kilomètres. Il y a donc encore une incertitude de 90 000 kilomètres sur la distance exacte du Soleil à la Terre.

En somme, lorsque les astronomes mesurent cette distance, ils obtiennent un résultat plus précis que nous pourrions nous flatter de l'obtenir en mesurant à l'aide de notre mètre la largeur de notre chambre.

Songez en effet, qu'une erreur de 90 000 kilomètres sur 149 471 000 kilomètres, c'est exactement la proportion de 1 à 1660. Pourrions-nous en mesurant la largeur de notre fenêtre, supposée égale à 1^m,66 environ, prétendre obtenir cette dimension à *1 millième près ?* Quel est le géomètre qui, avec une chaîne d'arpenteur, mesure une base de 1660 mètres à un mètre près ?

Et cependant c'est l'exactitude avec laquelle nous pouvons apprécier la distance du Soleil, et l'incertitude sera encore diminuée de moitié quand nous aurons le résultat final des observations d'Eros faites pendant la campagne 1900-1901. La distance du Soleil sera connue à 12 000 lieues près. C'est un résultat digne des efforts tentés dans cette gigantesque entreprise.

Abbé Th. Moreux.

Observatoire de Bourges.

LES ORIGINES DE LA STATIQUE [1]

Chapitre XV

LES PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES DU CENTRE DE GRAVITÉ, D'ALBERT DE SAXE A TORRICELLI (*Suite*)

SECONDE PÉRIODE

DE LA RÉVOLUTION COPERNICAINE A TORRICELLI

7. *La tradition d'Albert de Saxe et la révolution copernicaine*

C'est en discutant (2) l'opinion d'Albert de Saxe au sujet des taches de la Lune, c'est en cherchant à établir sa propre opinion que Léonard était amené, dès l'année 1508, à rejeter l'hypothèse géocentrique et à formuler (3) cette vérité : « Comment la Terre n'est pas au milieu du cercle du Soleil, ni au milieu du monde, mais est bien au milieu de ses éléments qui l'accompagnent et lui sont unis. »

En 1508, donc, se montraient les signes avant-coureurs de la révolution copernicaine. Depuis un an déjà, Copernic se livrait à ses méditations sur le système du monde, qui

(1) Voir Revue des Questions scientifiques, octobre 1903, p. 463, avril 1904, p. 560, juillet 1904, p. 9, octobre 1904, p. 394, janvier 1905, p. 96, avril 1905, p. 462, et juillet 1905, p. 115.

(2) Voir P. Duhem, *Albert de Saxe et Léonard de Vinci* (Bulletin Italien, t. V, p. 1 ; 1905).

(3) *Les Manuscrits de Léonard de Vinci*, Ms. F, fol. 41, verso.

devaient l'occuper jusqu'en 1530 et ne devaient paraître imprimées qu'en 1543, au moment même où mourait leur auteur. Dès 1525 au plus tard, Celio Calcagnini, sans renoncer à l'hypothèse géocentrique, transportait à la Terre le mouvement diurne.

La révolution copernicaine bouleversait en un point essentiel la théorie péripatéticienne de la gravité, puisqu'elle ne mettait plus le centre de la Terre au centre de l'Univers. Mais, cette transformation accomplie, Copernic et ses disciples gardaient, autant que possible, les lois formulées par les scolastiques et, en particulier, par Albert de Saxe. Pour eux, comme pour les docteurs de l'École, la pesanteur d'un corps terrestre, c'était le désir qu'a ce corps de s'unir au centre de gravité de la Terre, désir qui lui a été donné afin que la Terre conserve sa forme sphérique.

« La Terre, dit Copernic (1), est sphérique parce que, de toutes parts, elle s'efforce vers son centre. »

« L'élément de la Terre (2) est le plus lourd de tous et tous les corps pesants se portent vers elle et tendent vers son centre intime. »

Cette tendance, les scolastiques l'attribuaient aux seules parties de la Terre. Les Copernicains attribuent une tendance analogue aux fragments qui seraient détachés du Soleil, de la Lune ou d'une planète ; chacun de ces fragments tend au centre de l'astre auquel il appartient, afin que l'intégrité de cet astre soit sauvegardée : « La gravité n'est pas autre chose, à mon avis (3), qu'une certaine appétence naturelle donnée aux parties de la Terre par la divine providence de Celui qui fabriqua l'Univers, pour qu'elles concourent à leur unité et à leur intégrité en se réunissant sous forme de globe. Il est probable que cette

(1) Nicolai Copernici *De Revolutionibus orbium cœlestium libri sex* ; lib. I, cap II.
(2) Id., *ibid.*; lib. I, cap. VII.
(3) Id., *ibid.*; lib. I, cap. IX.

affection appartient aussi au Soleil, à la Lune et aux clartés errantes, afin que, par l'efficace de cette affection, ces corps persévèrent dans la forme ronde sous laquelle nous les voyons. »

Les connaissances géographiques et cosmographiques de Copernic sont trop avancées pour qu'il ne rejette pas certaines opinions d'Albert de Saxe ; il sait qu'il n'existe pas, à la surface du globe, un hémisphère entièrement occupé par les eaux ; il sait que les continents et les mers forment une sphère presque parfaite et que la direction que tout grave suit dans sa chute va joindre ce centre. Il ne peut donc admettre, comme le docteur scolastique, que le centre de grandeur de la Terre soit éloigné de son centre de gravité et que ce dernier soit, à l'exclusion du premier, le centre de la sphère liquide. A plusieurs reprises, il combat ces affirmations d'Albert de Saxe, qu'il ne nomme pas, mais qu'il avait sûrement lu :

L'eau et la terre « tendent (1) toutes deux au même centre par leur gravité... Il ne faut point écouter les Péripatéticiens lorsqu'ils prétendent... que le centre de gravité est distinct du centre de grandeur... Qu'il n'y ait point de distinction entre le centre de grandeur et le centre de gravité, on peut le montrer ainsi : La surface de la Terre qui n'est pas couverte par l'Océan ne s'enfle pas d'une manière continue ; sinon, elle resserrerait extrêmement les eaux marines et ne se laisserait nullement pénétrer par les mers intérieures, semblables à de vastes golfes... Selon toutes ces raisons, il est manifeste selon moi que la terre et l'eau s'efforçaient en même temps vers un même centre de gravité, et que ce centre de gravité ne diffère point du centre de la Terre ».

Selon Copernic, donc, la terre et les mers forment une masse sensiblement sphérique, en sorte qu'il n'y a pas

(1) Nicolai Copernici *De Revolutionibus orbium cœlestium libri sex* ; liber I, cap. III.

lieu de distinguer le centre de figure de la terre et le centre de figure de la surface des mers ; ces deux points sont peu éloignés l'un de l'autre. Cette doctrine, qui s'accordait fort bien avec toutes les observations géographiques et astronomiques, était indépendante de toute hypothèse sur le mouvement de la Terre ; il semblait donc qu'elle dût être acceptée sans difficulté et d'une manière générale. Il n'en fut rien ; elle rencontra, au contraire, une opposition vive et prolongée.

L'origine de cette opposition se doit chercher dans une doctrine assez singulière qu'Aristote avait indiquée au livre des *Météores* (1) et que l'emploi du langage moderne permet de formuler en ces termes :

Les quatre éléments, la terre, l'eau, l'air, le feu, ont des masses égales, en sorte que les volumes qu'ils occupent sont en raison inverse de leurs densités ; or, selon plusieurs Péripatéticiens, lorsqu'une certaine masse de l'un de ces éléments *se corrompt* et, par cette corruption, *engendre* l'élément suivant, son volume décuple ; les densités des quatre éléments forment donc une progression géométrique de raison 1/10 ; partant, le volume total de l'eau doit être décuple du volume total occupé par la terre, le volume de l'air doit être décuple de celui de l'eau, le volume du feu décuple de celui de l'air.

Cette théorie, très fréquemment acceptée au moyen âge, avait engendré d'étranges hypothèses géodésiques ; telle celle de Nicolas de Lyre, que nous avons rappelée en son temps. D'ailleurs, dès le XIVe siècle, nous voyons les nomi-

(1) Aristote, Μετεωρολογικά, A, γ. — En fait, Aristote n'a indiqué avec précision cette proportionnalité que pour les volumes de l'air et de l'eau : « Il faut qu'il y ait le même rapport de volume entre le tout de l'eau et le tout de l'air, qu'entre une petite quantité d'eau déterminée et l'air que cette eau peut engendrer. — Ἀνάγκη δὲ τὸν αὐτὸν ἔχειν λόγον ὃν ἔχει τὸ τοσονδὶ καὶ μικρὸν ὕδωρ πρὸς τὸν ἐξ αὐτοῦ γινόμενον ἀέρα, καὶ τὸν πάντα πρὸς τὸ πᾶν ὕδωρ. » Encore doit-on remarquer, avec Gaëtan de Tiène, que le sens exige une transposition des paroles d'Aristote.

nalistes de la Sorbonne rejeter, sur ce point, la doctrine qui se réclame d'Aristote ; nous voyons Albert de Saxe exposer des idées géodésiques fort analogues à celles que soutiendra Copernic ; nous voyons Thimon donner (1) une réfutation en règle de l'hypothèse selon laquelle les volumes des éléments forment une progression géométrique.

Mais les arguments fort sensés d'Albert de Saxe et de Thimon ne ravirent point le consentement universel ; la supposition d'Aristote était encore en faveur à la fin du XVe siècle ; si Gaëtan de Tiène se borne, après avoir exposé l'opinion aristotélicienne, à déclarer (2) que « d'autres pensent autrement, et qu'il n'a cure de la question », d'autres, tels que Grégoire Reisch essayent, comme nous l'avons vu, d'accommoder les idées d'Albert de Saxe avec l'hypothèse que l'eau occupe un volume décuple de celui de la terre.

Que de telles opinions aient pu être soutenues jusqu'au moment où les navigateurs vinrent transformer les connaissances géographiques de l'humanité, on le conçoit aisément ; mais qu'après Vasco de Gama et Christophe Colomb, qu'après Magellan, il se soit trouvé des hommes capables de prétendre que la terre solide forme une sphère dix fois moins volumineuse que l'Océan, que la terre ferme forme un continent de surface très petite par rapport à l'étendue des mers, cela paraîtra souverainement invraisemblable ; et cependant cela est.

Celui qui s'étonnerait de cet étrange phénomène intellectuel n'aurait pas, croyons-nous, une idée exacte de l'état des esprits au XVIe siècle.

Ce qui caractérise la pensée d'un très grand nombre

(1) Thimonis *Quæstiones in libros Meteorum* ; in librum primum quæstio VI.

(2) *Libri Metheorum* Aristotelis Stagiritæ *cum commentariis* Gaietani de Thienis : lib. I, cap. III. La première édition de cet ouvrage, qui en eut un grand nombre, fut donnée à Padoue, en 1476, par Pierre Maufer.

d'hommes de science, en cette époque trop vantée, c'est une étroitesse qui va, bien souvent, jusqu'à l'esprit sectaire.

Alors, comme en tout temps, on peut distinguer, parmi ceux qui ont souci de savoir, des novateurs et des conservateurs. Mais les novateurs, ou ceux qui se prétendent tels, sont alors d'une telle intransigeance qu'ils ne veulent rien garder des conquêtes des âges précédents; tout ce qui, de près ou même de très loin, se rattache à la Scolastique péripatéticienne leur paraît radicalement faux et pernicieux ; ils le rejettent sans examen, pour ne garder que ce qu'ont légué les géomètres de l'Antiquité classique. Ces novateurs, qui exténuent la science en la vidant de tout ce que le moyen âge a acquis, nous les avons vus à l'œuvre lorsque nous avons étudié la réaction menée contre l'École de Jordanus par Guido Ubaldo del Monte et par Giovanni Battista Benedetti.

En face de ces novateurs qui prétendent jeter à bas l'œuvre entière des siècles précédents se dressent des conservateurs qui prétendent tout garder de cette œuvre, même et surtout ce dont la fausseté éclate à tous les yeux. Certes, en la Scolastique du XIIIe et du XIVe siècle, une vénération profonde entoure la pensée d'Aristote ; mais cette vénération n'est nullement une aveugle servilité ; les Albert de Saxe et les Thimon discutent avec déférence l'opinion du Stagirite, mais ils la discutent et, lorsqu'ils croient avoir de bonnes raisons pour le faire, ils la rejettent. Au XVIe siècle, au contraire, nous voyons naître cet Aristotélisme d'esclaves, dont la routine prend la moindre parole du maître, voire même la moindre opinion que les commentateurs aient cru découvrir en cette parole, pour un oracle infaillible contre lequel doivent se briser les contradictions les mieux justifiées, les raisons les plus solidement déduites, les faits les mieux avérés.

Il y avait douze ans que les compagnons de Magellan avaient achevé le tour du monde, lorsque le frère servite

Mauro de Florence (1493-1556), reprenant les opinions de Grégoire Reisch, vint soutenir (1) que la terre solide forme une sphère qui affleure en une région peu étendue la masse sphérique, et dix fois plus volumineuse, des eaux. Mauro de Florence reprend d'ailleurs une théorie qu'Albert de Saxe avait émise dans ses *Questions* sur la Physique d'Aristote, pour l'abandonner ensuite dans ses *Questions* sur le *De cœlo*, théorie qui avait un instant sollicité l'adhésion de Thimon : il remarque que l'agrégat de la terre et de la mer forme un corps hétérogène dont le centre de gravité n'est pas au centre de grandeur ; il admet que c'est ce centre de gravité général qui doit coïncider avec le centre de l'Univers, en sorte que la sphère terrestre et la surface des mers sont, chacune en leur particulier, excentriques au monde.

Copernic ne croit pas faire œuvre vaine en réfutant (2) les theories de Grégoire Reisch et de Mauro de Florence ; si la sphère de la terre solide, observe-t-il, était non pas dix fois, mais sept fois seulement moins volumineuse que la masse de l'eau, le centre de la surface sphérique qui limite l'Océan se trouverait en dehors du volume occupé par la terre ; il ne pourrait donc coïncider avec le centre de gravité de la terre solide, comme le veut Albert de Saxe en ses *Questions* sur le *De Cœlo* ; il est vrai que si Copernic semble admettre cette doctrine d'Albertutius, Mauro de Florence ne parait pas l'accepter.

Mauro de Florence trouva également un contradicteur convaincu en la personne d'Alexandre Piccolomini.

(1) *Sphera volgare novamente tradotta con molte notande additioni di geometria, cosmographia, arte navigatoria, et stereometria, proportioni et quantità delli elementi, distanze, grandeze et movimenti di tutti li corpi celesti, cose certamente rade et maravigliose*, autore M. Mauro Fiorentino, Phonasco et Philopanareto... (In fine) Anno salutis nostræ MDXXXVII, mense Ottobri, impresso in Venetia, per Bartholomeo Zanetti. — Même ouvrage : in Venetia, per Stefano di Sabio, 1537.

(2) Nicolai Copernici *De revolutionibus orbium cœlestium libri sex*, lib. I, cap. III.

En son traité de Philosophie naturelle (1), Piccolomini avait exposé, touchant la figure de la terre et de l'eau, la doctrine devenue classique depuis Albert de Saxe. Par la démonstration d'Aristote et d'Adraste, il avait prouvé (2) que l'eau est limitée par une surface sphérique ayant pour centre le centre de l'Univers ; le centre de gravité de la terre se trouve au même point (3), mais, à cause de l'hétérogénéité de la terre, ce centre de gravité ne coïncide pas avec le centre de grandeur de cet élément. Mais, en cet ouvrage, Piccolomini n'a point examiné si l'eau occupait ou non un volume beaucoup plus grand que la terre.

A ce problème, il a consacré un écrit spécial (4) ; en cet écrit, il a longuement repris contre ceux qui attribuent à l'eau un volume décuple de celui de la terre, et spécialement contre Mauro de Florence (5), toutes les raisons que Thimon et Copernic avaient brièvement indiquées. Sa discussion, d'ailleurs, n'est point exempte d'erreurs ; en voici une, et assez singulière : il pense (6) que l'ombre qui cause les éclipses de lune est celle du seul élément solide, l'eau ne portant point ombre, à cause de sa transparence.

L'ouvrage de Piccolomini ne mit pas fin, loin de là, au débat qui mettait les physiciens aux prises.

En 1578, Giuntini (7), après avoir copié des pages entières d'Albert de Saxe, qu'il ne nomme pas, se contente

(1) *La seconda parte de la filosofia naturale* di M. Alessandro Piccolomini, in Vinegia, Appresso Vincenzo Valgrisio, alla Bottega d'Erasmo. MDLIIII. — *La prima parte de la filosofia naturale* avait paru en 1551 ; les deux parties ont eu ultérieurement plusieurs éditions.

(2) A. Piccolomini, *op. cit.*, lib. III, cap. III, p. 279.

(3) Id. *ibid.*, lib III, cap. IX, p. 335.

(4) *Della grandezza della terra et dell' acqua*, trattato di M. Alessandro Piccolomini, nuovamente mandato in luce, all' illustr. et reverm^o S^re Monsig. M. Iacomo Cocco, arcivescovo di Corfù. In Venetia, MDLVIII, appresso Giordano Ziletti, all' insegna della Stella. — Le même ouvrage, sous le même titre, et par les soins du même imprimeur, fut donné de nouveau en 1561.

(5) A Piccolomini, *op. cit.*, cap. XIV.

(6) Id. *ibid.*, p. 41.

(7) Fr. Junctini Florentiti, sacræ theologiæ doctoris, *Commentaria in Sphæram Joannis de Sacro Bosco accuratissima.* Lugduni, apud Philippum Tinghium, MDLXXVIII.

de dire (1) : « Pour moi, je pense que la terre et l'eau ont un même centre qui est aussi le centre l'Univers. » Ailleurs (2), il se déclare adversaire de Grégoire Reisch et de Mauro de Florence.

C'est, au contraire, à l'opinion de ces auteurs que se range Antonio Berga dans un ouvrage (3) où il prend très vivement à partie Alexandre Piccolomini.

Le pamphlet de Berga provoqua, à son tour, une riposte de Giovanni Battista Benedetti (4).

Dans cet écrit, Benedetti argumente vivement contre ceux qui attribuent à l'eau un volume décuple du volume de la terre et, particulièrement, contre Antonio Berga ; il réfute leurs raisons et leur oppose les raisons données par ses prédécesseurs, notamment par Copernic. Il ne cite point le nom de Copernic, et, cependant, il l'avait profondément étudié, car il en fait très souvent mention dans ses lettres (5), n'hésitant pas à placer les livres *De revolutionibus orbium cœlestium* à côté de l'Almageste de Ptolémée (6). Il y a plus : sans se déclarer partisan convaincu du système de Copernic, Benedetti le regarde comme une hypothèse plausible (7).

Dans ses considérations sur la grandeur de la terre et de l'eau, Benedetti admet pleinement la doctrine d'Albert de Saxe au sujet du centre de gravité, et il la formule

(1) Junctinus, *op. cit.*, p. 198.

(2) Id. *ibid.*, p. 179.

(3) Antonio Berga, *Discorso.... della grandezza dell' acqua et della terra, contra l'opinione dil* (sic) *S. Alessandro Piccolomini*. In Torino, appresso gli her. del Bevilacqua, MDLXXIX.

(4) *Consideratione* di Gio. Battista Benedetti, filosofo del Sereniss. S. Duca di Savoia, *d'intorno al discorso della grandezza della terra, et dell' acqua, del Eccellent. Sig. Antonio Berga filosofo nella Università di Torino*. In Torino, presso gli heredi del Bevilacqua, 1579.

(5) Jo. Baptistæ Benedicti, patritii Veneti, philosophi, *Diversarum speculationum mathematicarum et physicarum liber* : Taurini, apud hæredem Nicolai Bevilaquæ, MDLXXXV ; pp. 215, 216, 235, 241, 242, 243, 255, 260, 261, 515.

(6) Id. *ibid.*, p. 255.

(7) Id. *ibid.*, p. 255.

avec une grande netteté, appelant à son aide aussi bien la définition du centre de gravité donnée par Pappus que la définition proposée par Commandin :

« Les philosophes anciens, dit-il (1), ont défini le centre de gravité des corps particuliers de la manière suivante :

» *Centrum gravitatis uniuscujusque corporis est punctum quoddam intra positum, a quo si grave appensum mente concipiatur, dum fertur quiescit, et servat eam quam in principio habebat positionem, neque in ipsa latione circumvertitur.*

» Quelques modernes le définissent ainsi :

» *Centrum gravitatis uniuscujusque solidæ figuræ est punctum illud intra positum, circa quod undique partes æqualium momentorum consistunt, si enim per tale centrum ducatur planum, figuram quomodocumque secans, semper in partes æqueponderantes ipsam dividet.*

» D'autres encore disent que le centre de gravité de chaque corps est le point par lequel ce corps s'unirait au centre de l'Univers, s'il n'en était empêché.

» Tous s'accordent en cette proposition que la Terre, par son centre de gravité, s'unit d'elle-même au centre de l'Univers. »

Quelques années plus tard, Guido Ubaldo redonnera un exposé aussi net et, semble-t-il, inspiré de celui que nous venons de citer, de la doctrine d'Albert de Saxe.

D'ailleurs, comme Copernic, comme Giuntini, Benedetti n'admet pas que le centre de gravité et le centre de figure de la Terre soient notablement distincts l'un de l'autre :

« Nous sommes certains, dit-il (2), que la surface sphérique de l'eau est partout équidistante du centre de l'Univers, point recherché par tous les corps graves ; de plus, par les nombreuses îles, par les différents pays que

(1) G. B. Benedetti, *Consideratione.....*, p. 17.
(2) Id., *ibid.*, p. 14.

la navigation a découverts en toutes régions, nous pouvons être sûrs et certains, que l'eau avec la terre figurent un même globe.... et que le centre de grandeur de la Terre, confondu avec le centre de sa gravité, se trouve au centre de l'Univers. »

Ces lignes méritent d'arrêter un instant notre réflexion. Benedetti est, dans le domaine des sciences, un des réformateurs les plus audacieux et les plus intransigeants du XVIe siècle ; il attaque vivement, en maintes circonstances, la Physique d'Aristote ; il a formulé, au sujet de la chute des graves, une proposition qui bouleverse la théorie péripatéticienne de la pesanteur ; grand admirateur de Copernic, il se montre tenté d'adopter le système héliocentrique ; en revanche, il rejette sans pitié toute la Mécanique du moyen âge, englobant dans cette proscription même les plus belles conquêtes de l'École de Jordanus, même la solution, si exacte, du problème du plan incliné. Et, cependant, cette sorte de haine, souvent aveugle, pour la science du passé s'arrête, respectueuse, devant un monument de la Physique du XIVe siècle ; ce monument, c'est la théorie du centre de gravité imaginée par Albert de Saxe ; cette théorie, dont la fausseté nous paraît aujourd'hui si criante, résiste, à peine modifiée, à la révolution copernicaine, à la réforme scientifique ; Benedetti la maintient, comme l'a fait Copernic, comme le feront Guido Ubaldo et Galilée, et, malgré les attaques de Képler, elle survivra encore jusqu'au temps de Newton.

Les *Considérations* de Benedetti ne suffirent pas à convaincre d'erreur ceux qui voulaient que la mer fût plus volumineuse que la terre ; cette opinion continua à se produire et à être discutée jusqu'à l'aube du XVIIe siècle. En 1580, Francesco Maria Vialardi publie une traduction latine du libelle d'Antonio Berga et des *Considérations* de Benedetti (1) ; en 1583, Agostino Michele revient à la

(1) *Disputatio de magnitudine Terræ et aquæ*..... a Franc. Maria Via-

charge (1) en faveur de l'antique opinion qui met, en ce monde, plus d'eau que de terre. Dans une longue lettre adressée en 1584 à Horatio Muto (2), Benedetti, reprenant son ancienne discussion avec Piccolomini et Berga, s'empresse de réfuter les arguments d'Agostino Michele. L'année suivante, Nonio Marcello Saia vient se ranger au parti de Benedetti (3).

Ce parti finit par être celui auquel se rangent tous les esprits sensés ; en 1593, les Jésuites de l'Université de Coïmbre, sévères gardiens, en Physique, de la tradition péripatéticienne, publient leurs commentaires au *De Cœlo* d'Aristote (4). Sans nommer Albert de Saxe, ils exposent clairement les principaux points de sa doctrine : la distinction entre le centre de gravité et le centre de grandeur, la coïncidence du centre de gravité de la terre avec le centre du Monde, l'allègement de la partie découverte de la terre par la chaleur solaire ; puis ils concluent qu'au degré d'approximation où la hauteur des montagnes et la profondeur de l'Océan sont négligeables, la terre et les eaux forment un globe unique dont les centres de gravité coïncident, ces deux points étant d'ailleurs unis au centre de l'Univers. Partisans et adversaires du système de Copernic s'entendent désormais pour présenter la doc-

lardo *ab italico in latinum sermonem conversa* ; Taurini, apud Jo. Bapt. Raterium, 1580.

(1) *Trattato della grandezza dell' acqua e della terra* di Agostino Michele, nel quale contra l'opinione di molti filosofi, et di molti matematici illustri, dimostrasi l'acqua esser di maggior quantità della terra : (In fine) In Venetia, appresso Nicolò Moretti ; MDLXXXIII.

(2) J. B. Benedicti, *Diversarum speculationum liber*, p. 397.

(3) *Tractatus in quo adversus antiquorum, et præcipue peripateticorum opinionem terram esse aqua majorem multis efficacissimis rationibus et experientiis demonstratur*, auctore Nonio Marcello Saia a Rocca Gloriosa in Lucana ..... *Addita est etiam quatuor elementorum expositio* ; Parisiis, apud Thomam Perier, viâ Jacobæa, sub insigne Bellerophonte, MDLXXXV.

(4) *Commentarii Collegii Conimbricensis, Societatis Jesu, in quatuor libros de Cœlo Aristotelis Stagiritæ*. Lugduni, ex officina Juntarum, MDXCIII. In librum II de Cœlo quæstio III : Num terra in medio mundi constituta sit, habeatque idem centrum gravitatis et magnitudinis. Art. 1 et 2.

trine d'Albert de Saxe à peu près sous la même forme ; cette forme, entrevue par Albert de Saxe lui-même, est celle qu'ont proposée Copernic et Benedetti. Une seule divergence sépare les deux Écoles. Pour les partisans du système géocentrique, le point où tendent les graves, où se placent le centre de gravité de la terre et le centre de la surface des mers, est le centre même de l'Univers ; pour les disciples de Copernic, ce point est un point particulier à l'astre que nous nommons Terre, et en chaque astre il existe un point analogue ; au point de vue de la Mécanique céleste, la différence est grave ; elle est sans importance pour la Statique.

Copernicains et adversaires de Copernic sont, à la fin du XVIe siècle, d'accord au sujet de cette affirmation : Il existe un centre commun de tous les graves qui appartiennent à notre Terre ; que ce centre de gravité soit ou ne soit pas au centre du Monde, c'est vers lui que tous les corps pesants se portent ; chacun d'eux désire unir son centre de gravité au centre commun des graves ; s'il est libre, il se meut de telle sorte que son centre de gravité décrive la *ligne de direction*, c'est-à-dire la droite ligne qui unit ce point au centre commun des graves.

Telle est la doctrine, directement issue de la tradition d'Albert de Saxe, que nous trouvons affirmée dans les écrits de Cardan et, plus explicitement, dans ceux de Guido Ubaldo.

8. *La tradition d'Albert de Saxe : Cardan et Guido Ubaldo*

Léonard de Vinci répétait fréquemment cette formule : La partie la plus lourde d'un grave se fait guide de son mouvement. Cardan précise cette formule : Lorsqu'un grave se meut sans violence, qu'il soit libre ou gêné par certaines liaisons, toujours le centre de gravité descend.

Voici en quels termes (1) il formule cette importante proposition :

« *Tout grave qui descend en partie seulement par mouvement naturel, descend par la partie la plus lourde selon le centre de gravité.* »

Voici, d'ailleurs, comment Cardan commente cette proposition qui, on le voit sans peine, contenait en germe le principe de Torricelli :

« Soit *a* le mobile, *b* son centre de gravité, *cd* la partie du mobile la plus voisine du centre. Si une partie du mobile touche terre, je dis que *cd* descendra par mouvement naturel, car si *a* ne peut descendre tout entier au centre, *b* descend. En effet, la partie a même nature que le tout ; or la nature de la Terre entière est que le centre de gravité soit le centre du tout ; *b* se porte donc au centre par la voie la plus courte, partant suivant *cd* qui est la partie la plus proche de ce point *b*. Mais la partie la plus proche du centre de gravité est nécessairement la plus lourde, car ce centre est au milieu de la gravité. Donc, en mouvement naturel, tout mobile descend par sa partie la plus lourde. »

« Il résulte de là que si un grave a des parties inégales, de forme ou de substance, et s'il est placé de telle sorte que la partie la plus lourde ne soit pas en bas, il est nécessaire qu'il pirouette. »

Cette tendance du centre de gravité d'un grave ou d'un ensemble de graves est d'ailleurs, pour Cardan, le principe unique d'où dépendent tous les phénomènes de mouvement et de repos causés par la pesanteur : « A ce sujet (2), remarquons ceci, qui est bien digne d'admiration : ... Un grave, privé de sens, doit suivre une règle géométrique

(1) Hieronymi Cardani Mediolanensis, civisque Bononiensis, philosophi, medici et mathematici clarissimi, *Opus novum de proportionibus*..., Basileæ, MDLXX, Prop. LX, p. 51.

(2) Id., *ibid.*, Propositio CIX.

à peine connue des sages ; à cela, il y a cependant une cause, et bien évidente ; tout ce qui est grave se trouve dans la ligne issue du centre du Monde ; si le milieu du grave [suspendu] se trouve hors de cette ligne, il se tourne vers cette ligne qui est en lui, car le centre [du Monde] est toujours en cette ligne. Donc la seule inclination du centre du grave à se trouver sur la ligne qui se dirige vers le centre de gravité de la Terre et le centre du Monde suffit à toute explication. »

La doctrine que Cardan professe en ce passage est exactement celle qui était enseignée en Sorbonne au XIVe siècle. Cette même doctrine, nous en trouvons l'expression absolument nette et précise dans l'œuvre de Guido Ubaldo. Après avoir exposé la définition du centre de gravité donnée par Pappus et Frédéric Commandin, le marquis del Monte poursuit en ces termes (1) :

« On peut tirer de là la conséquence suivante : Si un grave était placé au centre du Monde, il faudrait que ce fût son centre de gravité qui fût situé au centre du Monde, si l'on admet toutefois que l'équilibre de ce grave en cette situation exige que les diverses parties qui entourent ce point aient et conservent un même moment. Lors donc que l'on énonce cette proposition : un grave quelconque désire, par une propension naturelle, se placer au centre du Monde, on n'entend point dire autre chose que ceci : ce grave désire appliquer son propre centre de gravité au centre de l'Univers, afin de se trouver parfaitement en repos. Il en résulte que le mouvement vers le bas d'un grave quelconque a lieu suivant la ligne droite qui unit le centre de gravité du grave même au centre du Monde. Aussi la chute rectiligne des graves montre clairement que les graves tendent en bas selon leur centre de gravité...

(1) Guidi Ubaldo e Marchionibus Montis *in duos Archimedis æquiponderantium libros paraphrasis, Scholiis illustrata*, Pisauri, apud Hieronymum Concordiam, MDLXXXVIII ; p. 9.

« Tout ce que nous avons dit jusqu'ici du centre de gravité nous fait comprendre qu'un grave pèse, à proprement parler, en son centre de gravité ; le nom même de centre de gravité semble énoncer manifestement cette vérité. Toute la force, toute la gravité du poids est ramassée et réunie au centre de gravité ; elle semble couler de toutes parts vers ce point. A cause de sa gravité, en effet, le poids désire naturellement parvenir au centre de l'Univers ; mais, nous l'avons dit, ce qui tend proprement au centre du Monde, c'est le centre de gravité. C'est donc proprement en son centre de gravité qu'un poids gravite. Dès lors, lorsqu'un poids quelconque est soutenu par une puissance quelconque en son centre de gravité, alors le poids s'arrête aussitôt en équilibre, et l'entière gravité de ce poids est perceptible au sens. C'est ce qui arrive si le poids est soutenu en un point tel que la droite joignant ce poids au centre de gravité passe par le centre du Monde. Dans ce cas, en effet, tout se passe comme si le poids était soutenu précisément en son centre de gravité. Il n'en est plus de même si le poids est soutenu en un point quelconque. Dans ce cas, le poids ne s'arrête pas en équilibre ; avant que sa gravité puisse être perçue, il tourne jusqu'à ce que, comme dans le cas précédent, la ligne qui joint le point de suspension au centre de gravité se prolonge vers le centre de l'Univers.

« ... Lorsque cette ligne est perpendiculaire à l'horizon, il en est absolument de même, nous l'avons dit il y a un instant, que si le poids était exactement soutenu en son centre de gravité. Puis donc que la gravité d'un poids ne peût être aucunement perçue, si ce n'est au centre de gravité de ce poids, assurément, c'est en ce point que gravite proprement le poids. »

Cette doctrine, si nettement formulée par Guido Ubaldo del Monte, n'est qu'un rajeunissement de la théorie de la pesanteur donnée au XIVe siècle par Albert de Saxe ; elle repose tout entière sur cette hypothèse : Il existe, au sein

de tout grave rigide, un point fixe, le *centre de gravité*, auquel sa pesanteur tout entière est appliquée. L'existence de ce point n'est pas seulement une *existence limite*, bornée au cas où l'on regarde les verticales comme parallèles entre elles. Elle subsiste lors même que l'on tient compte de la convergence de ces lignes vers un même point, le *centre commun* des graves.

Nous savons aujourd'hui que cette hypothèse est fausse; mais les géomètres l'ont regardée comme recevable jusqu'au milieu du XVIIe siècle. Sans la formuler explicitement, ni Archimède, ni Pappus ne l'avaient formellement exclue. Nous allons voir cette supposition et la doctrine de la gravité qui s'y rattache jouer un rôle essentiel dans le développement de la Statique. Elle provoquera d'importantes découvertes ; telle la découverte du principe de Torricelli. Elle conduira aussi à maintes erreurs qui ruineront son crédit et presseront les géomètres de concevoir une plus juste notion du centre de gravité.

Les conséquences fausses de cette conception trop générale du centre de gravité se montrent déjà dans les écrits de Guido Ubaldo. Elles souillent ce qu'il y a de vrai dans les objections adressées (1) par ce géomètre à la proposition erronée que Jordanus et Tartaglia avaient formulée au sujet de la stabilité de la balance. « Guido Ubaldi qui les réfuta, dit fort justement Montucla (2), n'évita lui-même qu'une partie de ces erreurs, car après avoir montré que la balance restait dans la situation inclinée, si les directions étaient parallèles, il s'efforça d'étendre la même décision au cas dans lequel elles convergent. La cause de son illusion fut d'avoir pensé que, dans le cas des directions convergentes, le centre de gravité était le même, soit que la balance fût horizontale, soit qu'elle fût inclinée. »

(1) Guidi Ubaldi e Marchionibus Montis *Mecanicorum liber*. Venetiis, MDCXV, p. 15.

(2) Montucla, *Histoire des Mathématiques*, Paris, an VII. Part. III, livre V, t. I, p. 91.

9. *La tradition d'Albert de Saxe et de Léonard de Vinci J.-B. Villalpand et Mersenne*

Ni Cardan, ni Guido Ubaldo n'avaient, de la doctrine d'Albert de Saxe, tiré de conséquences applicables à la Statique ; c'est, au contraire, à cette branche de la Mécanique que se rapportent les théorèmes de J.-B. Villalpand.

Jean-Baptiste Villalpand, né à Cordoue en 1552, entra dans la Société de Jésus où il eut pour maître le P. Jérôme Prado, né lui-même en 1547, à Bacca. Philippe II ayant demandé un Commentaire de la vision d'Ézéchiel au P. Prado, celui-ci associa son élève à cet ouvrage auquel il voulait donner les plus vastes proportions (1). Le P. Villalpand n'était, tout d'abord, chargé que de la partie archéologique ; mais le P. Prado mourut à Rome en 1595, laissant son commentaire inachevé ; son élève le continua et composa seul le troisième volume (2). Villalpand mourut à Rome en 1608, sans avoir terminé cette gigantesque explication d'Ézéchiel.

Au cours des études archéologiques sur Jérusalem et le Temple, Villalpand s'attache à réfuter une singulière erreur. Certains commentateurs avaient prétendu ceci : la Judée est un pays si montagneux que la surface du sol y est quatre fois plus considérable qu'en un pays de plaine que délimiteraient les mêmes frontières. Pour prouver l'absurdité, on mieux l'inutilité d'une telle supposition, Villalpand entreprend de démontrer qu'un sol montueux ne peut porter ni plus d'hommes, ni plus d'animaux, ni plus d'édifices, ni plus d'arbres qu'une plaine de mêmes

(1) Hieronymi Pradi et Joannis-Baptistæ Villalpandi e Societate Jesu *in Ezechielem explanationes et apparatus Urbis et Templi Hierosolymitani, commentariis et imaginibus illustratus.* Opus tribus tomis distinctum. Romæ, MDXCVI-MDCIIII.

(2) *Tomi III, apparatus Urbis ac Templi Hierosolymitani, Partes I et II* Joannis-Baptistæ Villalpandi Cordubensis e Societate Jesu, collato studio cum H. Prado ex eadem Societate. Romæ, MDCIIII.

contours. La démonstration cherchée se doit tirer des conditions d'équilibre d'un corps grave reposant sur le sol.

La Statique de Villalpand a assurément subi l'influence des ouvrages de Guido Ubaldo. L'exposition des deux définitions du centre de gravité données par Pappus et par Commandin ne saurait laisser de doute à cet égard. Mais, en reproduisant les propositions données par le marquis del Monte, Villalpand s'efforce visiblement de les dégager de toute supposition sur l'affinité entre le centre de gravité de chaque corps et le centre commun des graves. Le savant jésuite ne parle pas de cette affinité ; il déclare formellement qu'il traitera les verticales comme parallèles ; enfin, lorsqu'il reproduit les propositions admises par Guido Ubaldo, il les justifie non par le désir qu'a le centre de gravité de tout corps de s'unir au centre commun des graves, mais par des déductions tirées de la définition même du centre de gravité.

Ces déductions, d'ailleurs, il ne nous les faut pas examiner bien longuement pour en découvrir l'origine ; les propriétés que Villalpand attribue à la *ligne de direction*, c'est-à-dire à la verticale passant par le centre de gravité, il les emprunte pour la plupart à Léonard de Vinci.

Cette proposition (1) : « *Tout grave qui descend sans empêchement, tombe de telle sorte que le centre de gravité ne s'écarte pas de la verticale* » a pu être extraite de Guido Ubaldo. Villalpand la justifie ainsi : « Dans le grave AB (fig. 99), soit C le centre de gravité ; joignons ce point au centre du Monde D par la droite CD ; je dis que lorsque le grave AB descend, le point C ne s'éloigne pas de la droite CD ; elle est, en effet, la plus courte distance. Dès lors, comme le grave n'est gêné par aucun obstacle, et que ledit point C est entouré de parties d'égal moment, rien n'empêche que, délaissant toutes les voies plus longues, il parcoure la plus courte. »

(1) J. B. Villalpand, *loc. cit.*, Prop. IV, p. 521.

La démonstration esquissée par Villalpand n'est point sans analogie avec cette note (1) de Léonard : « Toute action naturelle est faite par la voie la plus courte ; c'est pourquoi la descente libre du grave est faite vers le centre du Monde, l'espace le plus court étant entre le mobile et le centre de l'Univers ». Plus étroitement encore, elle rappelle ce passage du *Traité de la Peinture* (2) : « Cela se prouve par la 9e du Mouvement Local, où il est dit que tout grave pèse par la ligne de son mouvement ; de sorte qu'un tout se mouvant vers quelque lieu, la partie

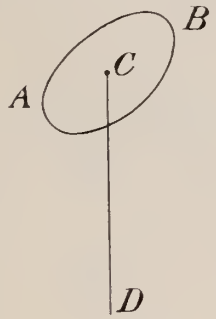


fig. 99.

qui luy est unie suit la ligne la plus courte du mouvement de son tout, sans charger aucunement de son poids les parties collatérales de ce tout. »

Léonard, dans ce passage, fait allusion a un *Traité du Mouvement local*, qu'il avait sans doute préparé, comme le *Traité de la Peinture*, le *Traité de la Perspective*, le *Traité de l'Eau*, qui nous sont parvenus ou dont certains témoignages nous enseignent l'existence. Villalpand n'a-t-il point eu en mains une copie de ce Traité ? N'en a-t-il point tiré la suite de ses théorèmes sur la ligne de direction ? L'examen de ces théorèmes ne nous permettra guère d'en douter, car ils portent, bien nette encore, l'empreinte du Vinci.

(1) *Les Manuscrits de Léonard de Vinci*, Ms. G, fol. 75, recto.
(2) *Le Traité de la Peinture* de Léonard de Vinci, Ch. CXCVII, p. 64.

Pouvons-nous, par exemple, ne point songer à certains fragments du cahier A, que nous avons cités tout à l'heure, lorsque nous lisons la proposition suivante (1) :

« *Tout corps qui repose sur le sol par un point demeurera en équilibre si la verticale qui passe par ce point passe aussi par le centre de gravité ; il tombera si cette ligne passe hors du centre de gravité...*

« Si la ligne de direction HD (fig. 100) passe par le point C, le corps demeurera immobile ; car ses parties de poids égal se trouvent équidistantes de la ligne en

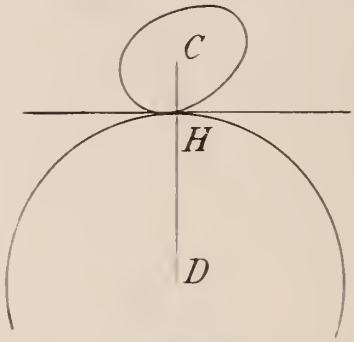


fig. 100.

question. Il en résulte qu'aucune de ces parties ne peut entraîner les autres d'un côté ni de l'autre. »

A cette proposition succède cette autre (2) :

« Le grave sphérique parfait, posé sur un plan parfait, s'il n'en est empêché, se mouvra sans cesse jusqu'à ce qu'il parvienne au seul point du plan où il peut demeurer en repos. »

Léonard, jetant sur les feuillets du cahier F les pensées que lui suggérait la lecture d'Albert de Saxe, avait écrit (3) : « Le grave sphérique parfait, placé à l'extrémité du plan

(1) Villalpand. *loc. cit.*, prop. V, p. 321.
(2) Id. *ibid.*, prop. VI, p. 322.
(3) *Les Manuscrits de Léonard de Vinci*, Ms. F, fol. 82, verso.

parfait, ne s'arrêtera pas, mais s'en ira tout de suite au milieu du plan. » L'emprunt fait par Villalpand n'est point niable ; il l'est d'autant moins que ce théorème n'a pu être suggéré au savant Jésuite par l'objet qu'il se propose, car il ne concourt nullement à cet objet.

Le sceau du Vinci est encore marqué, et bien profondément, en cette proposition (1) et en la démonstration qui la justifie :

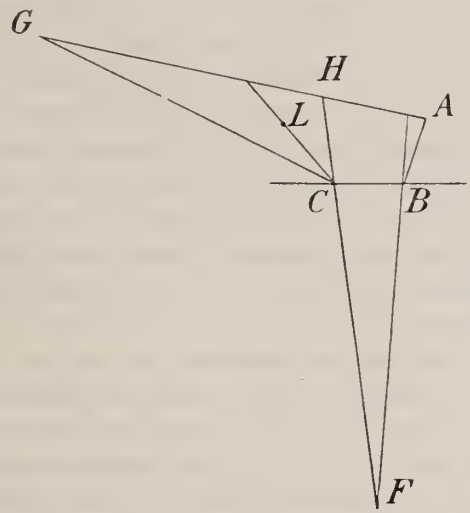


fig. 101.

« *Un grave qui repose sur le sol par une certaine aire demeure en équilibre lorsqu'une verticale, menée par le milieu de cette aire, passe par le centre de gravité ; ou bien lorsqu'une verticale menée par le bord de cette aire passe par le centre de gravité ou le laisse du même côté que cette aire. Mais si elle laisse le centre de gravité de l'autre côté, le grave tombera assurément.*

» ... Si la ligne FC (fig. 101) prolongée laisse le centre de gravité du corps (soit, par exemple, le point L) du côté

(1) Villalpand, *loc. cit.*, prop. VII, p. 322.

opposé à l'aire BC sur laquelle repose le grave, celui-ci tombera nécessairement. En effet, d'après la définition du centre de gravité, le poids CLG est égal au poids CLA ; le poids du volume CGH surpassera donc le poids du volume CHA. Le volume le plus pesant entraînera donc le moins pesant. Le corps tombera donc du côté G, car c'est de ce côté que se trouve le centre de gravité et, partant, le plus grand poids. »

Léonard avait, en méditant sur les *Questions* d'Albert de Saxe, rencontré un cas particulier de cette question capitale ; il en avait donné une justification toute semblable à celle que l'on vient de lire. D'ailleurs, bien que ses notes ne nous offrent point de formule de la proposition générale, elle ne lui était point demeurée inconnue, puisque, dans le *Traité de la Peinture*, il en fait de continuelles applications ; comment douter que Villalpand ne l'ait copiée dans le *Traité du Mouvement local* rédigé par le grand peintre ?

Léonard a tiré de cette proposition, soit en ses manuscrits, soit au *Traité de la Peinture*, de fort nombreux corollaires relatifs à la station de l'homme et des animaux ; ce sont ces applications qui intéressent surtout Villalpand ; mais ces applications, il les emprunte, elles aussi, à Léonard ; en pourrions-nous douter en lisant (1), par exemple, ces propositions ?

« Lorsqu'un homme se tient sur ses pieds de telle sorte que la verticale issue du bout du pied sur lequel il s'appuie passe par le centre de gravité, il ne pourra, du côté vers lequel il penche, lever le bras sans tomber, car ce bras étendu joue le rôle d'un bras de levier plus grand ou d'un poids qui pèse d'autant plus qu'il s'écarte davantage du centre de la balance.

» Un homme ne saurait s'incliner en avant, en arrière, ou de côté, que la verticale issue du point extrême de la

(1) Villalpand, *loc. cit.*, propp. VIII, IX et X ; pp. 108 et 109.

base sur laquelle il s'appuie ne passe par le centre de gravité de son corps ; ou bien encore que ce centre de gravité ne surplombe cette base ; sinon, cet homme tombera.

» Pour qu'un homme assis puisse se lever, il faut qu'il rapproche les pieds du siège et qu'il avance la tête. »

Parmi ces corollaires, arrêtons un instant notre attention sur celui-ci (1) :

« Lorsqu'un oiseau vole, la verticale qui passe par le milieu de la surface des ailes, passe aussi par le centre de gravité du corps... Lorsqu'il désire élever la partie antérieure de son corps et abaisser la partie postérieure, il porte en avant ses ailes, c'est à-dire la base qui le supporte. Il les retire en arrière, au contraire, lorsqu'il veut diriger son sol vers le bas. Par là, il parvient à changer en son corps la position du centre de gravité. »

Cette dernière proposition est une de celles qui ont le plus constamment sollicité l'attention de Léonard ; transcrite dans l'ouvrage de Villalpand, elle y garde d'autant mieux la marque du grand peintre qu'elle y est un véritable hors-d'œuvre, sans aucune utilité pour l'objet que se propose le savant jésuite.

Nous pouvons donc, sans hésitation, attribuer au Vinci les théorèmes de Villalpand sur le centre de gravité et les applications que cet auteur en a faites à la station de l'homme et des animaux ; nous pouvons, en particulier, lui attribuer cette proposition (2) :

« Un quadrupède demeure en équilibre lorsque son centre de gravité se trouve sur une verticale issue de l'un des points extrêmes de la surface qui passe par ses pieds, ou bien lorsqu'il se trouve, par rapport à cette verticale, du même côté que cette surface de base. »

Or cette proposition n'est autre chose que le classique théorème sur le *polygone de sustentation*, enseigné aujourd'hui dans tous les cours élémentaires de Statique. C'est

(1) Villalpand, *loc. cit.*, prop. XIII, p. 324.
(2) Id., *ibid.*, prop. XII, p. 324.

donc à Léonard de Vinci qu'il faut remonter, pour trouver l'inventeur de cette loi, familière aujourd'hui au moindre bachelier; Villalpand n'a fait que nous transmettre, en se l'appropriant, la découverte du grand peintre.

Insérés dans un ouvrage d'archéologie, annexé lui-même à un livre d'exégèse, les théorèmes de Villalpand, traduction fort peu modifiée d'un cahier de Léonard, fussent sans doute demeurés presque ignorés des géomètres si, en 1626, le P. Mersenne ne les eût compris dans son *Synopsis mathematica*. C'est vraisemblablement à cet écrit que bon nombre de mécaniciens du XVIIe siècle les empruntèrent pour les exposer dans leurs traités de Statique.

Mais en insérant dans ses *Mechanicorum libri* (1) les propositions de Villalpand (qu'il nomme Villapandus), Mersenne les associait à un grand nombre d'énoncés, les uns empruntés peut-être à Guido Ubaldo et à d'autres auteurs, les autres, imaginés par lui-même ; et quelques-uns de ces énoncés impliquaient adhésion plus ou moins formelle à l'hypothèse selon laquelle le centre de gravité de chaque corps tend à s'unir au centre commun des choses pesantes. Les efforts de Mersenne ne sont donc point du tout orientés dans le même sens que ceux de Villalpand.

Ce n'est pas que les assertions de Mersenne à ce sujet soient exemptes de toute hésitation ; son ouvrage, simple compilation, reflète les divergences d'opinions d'auteurs multiples.

Cette allure hésitante se marque dès la première défini-

(1) Nous avons déjà parlé, au Chapitre XIII, § I, du *Synopsis mathematica* de Mersenne et des *Mechanicorum libri* qu'il renferme. Le premier de ces livres est intitulé : *De gravitatis et Universi centro*. Quatre parties le composent. La première est ainsi définie : *Continens definitiones et ea quæ spectant ad centrum Universi*. La seconde reproduit les propositions du traité de Commandin. La troisième celles du traité de Luca Valerio. La quatrième partie est intitulée : *De linea directionis et reliquis ad centrum gravitatis pertinentibus*. Elle reproduit d'abord les théorèmes de Villalpand (Prop. I à Prop. XIV) puis six propositions, données sans nom d'auteur.

tion (1) : « La *gravité* est cette vertu du corps grave par laquelle il tend et s'efforce vers le bas ; elle semble découler de l'appétit qui porte le grave vers sa propre conservation ; certains, cependant, préfèrent supposer que la descente des corps graves provient d'une qualité attractive appartenant à la Terre, cette qualité étant soit magnétique, soit d'autre nature. »

« Le centre de l'Univers (2) est ce point vers lequel tous les graves se portent en ligne ; il y a un centre commun de tous les graves ; du moins, en suppose-t-on communément l'existence, bien qu'il ne soit pas possible de la démontrer ; car il est probable qu'il existe un centre spécial de gravité en chacun des systèmes particuliers qui composent l'Univers, ou, en d'autres termes, en tous les plus grands corps ; il est donc bon de ne rien affirmer à la légère du centre de l'Univers... »

L'influence de Copernic est manifeste en ce passage ; celle de Képler, dont nous aurons à parler plus loin (Ch. XVI, § 1), a peut-être inspiré la dernière ligne de celui que nous allons citer :

« Nous supposerons que tous les graves désirent le milieu du Monde, et qu'ils se portent vers lui naturellement en ligne droite. Ce principe est accordé presque universellement ; cependant, il n'a jamais été démontré. Qui sait si les parties d'un astre, arrachées à cet astre, gravitent et si elles retournent vers l'astre auquel elles appartiennent ? Qui sait également si les pierres, soulevées vers un astre, reviennent à la Terre ? Des pierres qui seraient, par exemple, plus proches de la Lune que de la Terre descendraient-elles sur la Terre ou sur la Lune ? »

Mersenne reproduit toutes les définitions et tous les énoncés donnés par Villalpand au sujet du centre de gravité et de la *ligne de direction*. Les propriétés de cette ligne, les applications que l'on en peut faire à l'équilibre

(1) Mersenne, *Mechanicorum libri*, p. 4.
(2) Id. *ibid.*, p. 7.

des édifices et à la station de l'homme lui paraissent, d'ailleurs, assez intéressantes pour qu'il leur consacre, quelques années plus tard, une de ses *Questions théologiques, physiques, morales et mathématiques* (1), publiées en même temps que les *Préludes de l'Harmonie Universelle* et les *Méchaniques de Galilée*; mais ce qu'il en dit alors n'est plus emprunté à Villalpand ; l'ouvrage de Bernardino Baldi, dont nous parlerons au § suivant, en a fait les frais.

Les corollaires à forme étrange et saisissante qu'Albert de Saxe avait tirés de la rotondité de la Terre étaient bien propres à attirer l'attention du P. Mersenne, dont l'imagination se plaisait aux propositions d'allure paradoxale. Dès 1625, Mersenne introduisait quelques-uns de ces corollaires dans son ouvrage sur *La Vérité des Sciences contre les Sceptiques ou Pyrrhoniens* (2) ; dans ce dialogue, nous voyons le Sceptique qui tente d'embarrasser le Philosophe par cette question : « Puisqu'il vous plaist me faire cette offre, je vous prie de me dire combien un homme haut de 6 pieds feroit plus de chemin avec la teste qu'avec les pieds, s'il faisoit le circuit de la Terre ; et combien deus fillets, ou deus chordes, pendues au sommet d'une tour haute d'une lieuë seroient plus proches l'un de l'autre lorsqu'ils atteindroient la Terre que quand ils seroient au haut de la dite tour. » A quoi le Philosophe répond : « Ces difficultez sont fort faciles à résoudre », et il en donne la solution.

Mersenne reprend ces propositions dans son *Synopsis* ;

(1) *Les Questions théologiques, physiques, morales et mathématiques*, où chacun trouvera du contentement et de l'exercice, composées par L. P. M. ; à Paris, chez Henry Guenon, ruë Sainct-Jacques, près les Jacobins, à l'image Sainct-Bernard. MDCXXXIV. Question VIII, p. 32.

(2) *La Vérité des Sciences contre les Sceptiques ou Pyrrhoniens*, dédié à Monsieur, frère du Roy, par F. Marin Mersenne, de l'ordre des Minimes ; à Paris, chez Toussainct du Bray, ruë Sainct-Jacques, aux Epicsmeurs, MDCXXV ; p. 871.

il y joint cette autre (1), qui est bien dans l'esprit des doctrines d'Albert de Saxe :

« Si Dieu supprimait un des hémisphères de la Terre, celui que définit notre horizon astronomique, la surface plane restante serait la moitié de l'hémisphère enlevé ; néanmoins un seul homme pourrait habiter sur cette surface ; les autres hommes tomberaient et se rueraient vers le centre, à supposer toutefois que cette section n'ait pas changé le centre de l'Univers. Nous ne pourrions nous promener à la surface de la Terre, si elle était plane, car il faudrait que notre centre de gravité montât naturellement. »

La pensée indiquée à la fin de ce passage se trouve plus nettement marquée en cet autre (2), où nous trouvons une grande analogie avec la proposition de Cardan que nous avons citée à l'article précédent :

« Jamais le centre de gravité d'un corps quelconque ne monte naturellement ; il monte seulement par violence ; sans quoi la moitié de la gravité du corps, ou même une fraction plus grande monterait, ce qui ne se peut ; ... jamais une partie du corps ne monte, si ce n'est que la partie descendante l'emporte sur elle... La vérité de ce théorème apparaît dans le mouvement de circonvolution d'un globe qui tombe ; certaines parties de ce corps montent, mais le centre de gravité descend continuellement. » La proposition ainsi énoncée renferme évidemment un principe de Statique, celui-là même qui sera le principe de Torricelli ; c'est de ce principe que Mersenne fait usage pour expliquer sommairement certains cas d'équilibre curieux et surprenants ; ces états d'équilibre se maintiennent, car si l'un des corps considérés tombait, « le centre de gravité monterait ».

Les passages que nous venons de résumer sont donnés par Mersenne sans être attribués par lui à aucun auteur ;

(1) Mersenne, *Mechanicorum libri*, p. 112.
(2) Id., *ibid.*, p. 111.

les tire-t-il de son propre fonds ? les emprunte-t-il à quelque ouvrage imprimé ou manuscrit ? font-ils partie de l'enseignement traditionnel et anonyme des écoles ? Nous n'avons rien trouvé qui nous permît de répondre à ces questions. Tout au plus pouvons-nous, à titre d'indication, signaler la remarque que voici : Certains des cas d'équilibre auxquels Mersenne applique son principe ont une grande analogie avec des cas d'équilibre, surprenants en apparence, que Léonard de Vinci mentionne (1) et dont il rend compte en observant que le centre de gravité surplombe la base de sustentation ; en sorte qu'il est permis de se demander si l'écrit auquel Mersenne a emprunté ces cas d'équilibre n'avait pas, lui aussi, plus ou moins subi l'influence de Léonard.

Toujours est-il que le principe de Statique implicitement contenu dans la théorie de la pesanteur d'Albert de Saxe, presqu'énoncé en une proposition de Cardan, est maintenant formulé : Un système de corps demeure en équilibre si tous ces corps sont tellement agencés que le moindre dérangement de l'ensemble en ferait monter le centre de gravité. Le principe apparaît encore bien humble et d'une manière tout incidente ; les applications qui en sont faites n'ont point grand intérêt ; mais la graine est semée ; elle lèvera dans l'œuvre de Galilée ; elle prendra tout son développement dans les écrits de Torricelli et de Pascal.

Terminons nos citations de Mersenne par cette proposition (2) où se trouve énoncée, à la suite d'une vérité, une erreur que Torricelli a reproduite et que nous avons signalée à l'article I ; nous y verrons peut-être l'indice d'une influence exercée sur l'esprit de Torricelli soit par l'écrit de Mersenne, soit par les sources auxquelles celui-ci avait puisé :

« Si un corps est suspendu en un point de la ligne de

(1) *Les Manuscrits de Léonard de Vinci* ; Ms. A de la Bibliothèque de l'Institut, fol. 55, verso.

(2) Mersenne, *Mechanicorum libri*, p. 114.

direction situé au-dessus du centre de gravité, ce point revient au premier état lorsqu'on l'en écarte ; s'il est suspendu par un point situé au-dessous du centre de gravité, il s'éloigne de sa position primitive lorsqu'on l'en a une fois dérangé ; mais lorsqu'il est suspendu par le centre de gravité, il demeure en équilibre dans n'importe quelle position... C'est pourquoi les balances demeurent en n'importe quel état ou situation lorsque le point de suspension coïncide avec le centre de gravité ; elles reviennent à l'équilibre lorsque le point de suspension coïncide avec le centre de gravité ; enfin elles décrivent un cercle complet lorsque le point de suspension est au-dessous du centre de gravité. »

10. *La tradition de Léonard de Vinci Bernardino Baldi*

L'ouvrage de Villalpand avait cessé d'être récent lorsque parurent, en 1621, les *Exercices sur les Questions mécaniques d'Aristote* de Bernardino Baldi (1) ; cet écrit, cependant, était plus vieux que le volumineux travail des PP. Prado et Villalpand ; l'abbé de Guastalla, célèbre par sa prodigieuse érudition, qui l'avait composé était mort en 1617, quatre ans avant que l'impression en fût faite ; cette impression avait été menée à bien par les soins de Fabritio Scharloncini, et celui-ci avait fait précéder les *Exercices* de Baldi d'une courte et intéressante notice sur les travaux de l'auteur ; nous apprenons en cette notice que Bernardino Baldi d'Urbin avait composé ses *Exercices* dès 1582 ; il était alors l'ami et le familier de Guido Ubaldo del Monte.

(1) Bernardini Baldi Urbinatis, Guastallæ Abbatis *In mechanica Aristotelis problemata exercitationes, adjecta succincta narratione, de Autoris vita et scriptis.* Moguntiæ, typis et sumptibus Viduæ Joannis Albini. MDCXXI.

Guido Ubaldo venait de donner, en 1577, son *Mecanicorum liber* qui, pendant un siècle, allait avoir la plus grande vogue ; il se préparait à y joindre, en 1588, son traité intitulé : *In duos Archimedis æquiponderantium libros paraphrasis ;* il était à la période la plus active de sa vie de mécanicien. Il n'est donc point douteux que les doctrines mécaniques du marquis del Monte n'aient influé sur celles qu'expose Bernardino Baldi ; bien loin, d'ailleurs, de nier cette influence, Baldi se plaît à citer, à maintes reprises, le nom de son ami.

Les connaissances mécaniques de l'infatigable érudit ont d'autres sources encore que le *Mecanicorum liber* de Guido Ubaldo et, parmi ces sources, il en est qu'il nous fait connaître. Telle, en premier lieu, la traduction des *Questions mécaniques* d'Aristote, donnée, avec de brefs commentaires, par Nicolas Leoniceni (1) ; telle encore la savante et importante *Paraphrase* des mêmes *Questions mécaniques* publiée, en 1547, par Alexandre Piccolomini. Baldi va même jusqu'à nous apprendre, en sa préface, que le bruit des recherches du Hollandais Simon Stevin est venu jusqu'à lui, mais qu'il n'a point vu les travaux de cet auteur ; et, en effet, la Statique de Simon Stevin, rédigée en flamand, ne fut imprimée qu'en 1586 ; ainsi, quatre ans avant qu'elles fussent imprimées, les recherches du grand géomètre de Bruges étaient annoncées en Italie.

Mais il est une influence que Baldi a profondément éprouvée et que, cependant, il ne cite pas : c'est l'influence de Léonard de Vinci (2).

Toute occasion semble bonne à Baldi pour exposer, en

(1) Nicolai Leonici *(sic)* Thomæi *Opuscula nuper in lucem edita quorum nomina proxima habentur pagella... Conversio mechanicorum quæstionum Aristotelis, cum figuris et annotationibus quibusdam.* In fine : Opusculum hoc ex impressione repræsentavit Bernardinus Vitalis Venetus, Anno Domini MCCCCCXXV, Die XXIII Februarii, ex Venetiis.

(2) Cf. P. Duhem, *Léonard de Vinci et Bernardino Baldi* (Cet article paraîtra prochainement dans le BULLETIN ITALIEN).

marge d'Aristote, les remarques qui lui sont suggérées par les notes de Léonard ; au grand peintre il emprunte son explication de la formation des tourbillons au sein des eaux courantes, sa théorie de la résistance des matériaux, de la poussée des arcs et des voûtes, enfin, bon nombre de points essentiels de sa Dynamique. Mais ce n'est point ici le lieu d'étudier tous ces emprunts ; nous les avons analysés en un autre écrit ; nous nous bornerons, au présent ouvrage, à montrer comment la Statique de Baldi découle de celle de Vinci.

Dès le début de sa Mécanique, Baldi se range, comme son ami Guido Ubaldo del Monte, au nombre des disciples d'Albert de Saxe. Il déclare (1) que « tout ce qui est grave pèse en un point que l'on nomme centre de gravité ».

Nous ne nous étonnerons pas, dès lors, de retrouver, dans les *Exercices* de Baldi, presque tous les théorèmes que Villalpand avait empruntés à Léonard et qu'il avait si curieusement insérés en sa description de la Judée.

De ces théorèmes, Baldi en donne quelques-uns dans le chapitre (2) où il examine cette question d'Aristote : Si deux hommes portent un poids suspendu à un bâton, pourquoi celui qui est moins distant du fardeau supporte-t-il une charge plus grande ?

Cette question l'amène, en effet, à se demander pourquoi ceux qui portent un grand poids marchent courbés, et à répondre qu'ils prennent cette position pour mettre leur centre de gravité dans la verticale du point d'appui.

Il commence alors à développer ces considérations sur les diverses postures de l'homme et des animaux que Léonard avait esquissées, au cahier *A*, puis plus complètement exposées au *Traité de la peinture*. Ces considérations, Baldi les poursuit au chapitre suivant (3), où il examine

(1) Bernardini Baldi *In mechanica Aristotelis problemata exercitationes*, p. 1.
(2) Bernardino Baldi, *loc. cit.*, Quæst. XXIX, p. 162.
(3) Id., *loc. cit.*, Quæstio XXX, 166.

cette question d'Aristote : Pourquoi ceux qui sont assis et veulent se lever placent-ils les jambes de telle sorte qu'elles fassent un angle aigu avec les cuisses, et rapprochent-ils de même la poitrine des cuisses ? Cette question était précisément la première (1) que Léonard de Vinci eût cherché à résoudre par la considération du centre de gravité.

Baldi explique en détail la solution de Léonard ; il rend compte d'une manière analogue de diverses allures de l'homme et des animaux ; il n'oublie pas, d'ailleurs, d'appliquer la même théorie aux objets inanimés ; l'exemple du trépied (2) le conduit à formuler la loi du polygone de sustentation. L'équilibre des tours penchées, telles que la tour de Pise et la tour de Garisendi à Bologne, est traité presque dans les mêmes termes qu'au livre de Villalpand.

Ce n'est point en ce livre, cependant, que Baldi a pu lire les théorèmes de Léonard ; l'œuvre de l'abbé de Guastalla était achevée bien avant que parût celle du savant jésuite. Il n'est pas admissible non plus que Villalpand n'ait eu des théorèmes de Léonard qu'une connaissance indirecte, par la communication d'une copie manuscrite des *Exercitationes* de Baldi ; certains passages donnés par Villalpand, tel le passage si caractéristique sur le vol des oiseaux, ne se trouvent pas dans le livre de Baldi. Baldi et Villalpand ont dû puiser tous deux leurs connaissances à une source commune, et cette source devait être soit un manuscrit de Léonard, soit un cahier copié sur les notes du grand peintre. Il se peut, d'ailleurs, que Villalpand ait tenu de Baldi la connaissance de ce document ; selon Scharloncini, Baldi s'était occupé, lui aussi, de la description du temple d'Ézéchiel et avait composé un traité sur ce sujet ; il ne serait point surprenant qu'il

(1) *Les Manuscrits de* Léonard de Vinci ; Ms. A de la Bibliothèque de l'Institut, fol. 28, verso.

(2) Bernardini Baldi *In mechanica Aristotelis problemata exercitationes*, p. 172.

eût été mis, à cette occasion, en rapport avec les deux savants jésuites qui consacraient leur vie au commentaire d'Ézéchiel.

Baldi ne s'est pas contenté des théorèmes de Statique que Villalpand a exposés ; il a donné encore un bon nombre d'autres propositions relatives à cette branche de la Mécanique ; presque toutes ces propositions, il les a justifiées en les rattachant à ce principe fondamental : Le centre de gravité d'un corps ne peut, sans violence, s'écarter du centre de l'Univers.

Il semble bien que Baldi, inspiré sans doute par les notes de Léonard de Vinci, ait le premier publié la généralité de ce principe de Statique. Il s'en sert (1) pour expliquer certains cas d'équilibre. Il va plus loin, et il donne le produit du poids du corps par la hauteur dont le centre de gravité a été élevé comme mesure de l'effort nécessaire pour faire chavirer un corps. On comprend ainsi (2) pourquoi de deux colonnes de forme identique, mais de poids inégal, la plus lourde est la plus difficile à renverser. On comprend aussi pourquoi la figure circulaire est la plus apte au mouvement (3) ; « lorsqu'une roue circulaire roule sur un plan horizontal, son centre de gravité ne s'écarte à aucun moment du centre du Monde ; c'est pourquoi ce mouvement est si facile » ; « il en est autrement d'une roue qui n'a pas la figure circulaire ; son mouvement souffre des inégalités, car, tandis qu'elle roule, son centre de gravité ne garde pas toujours même distance au centre du Monde ».

Cet axiome est vraiment, selon Baldi, celui qui doit porter toute la Mécanique ; cette opinion se trahit maintes fois en son langage : « Cette démonstration du Philosophe est vraie, dit-il (4), mais elle n'est pas tirée des principes

(1) Bernardino Baldi, *loc. cit.*, p. 176.
(2) Id., *ibid.*, p. 84.
(3) Id., *ibid.*, p. 60.
(4) Id., *ibid.*, p. 20 et p. 31.

propres de la Mécanique, c'est-à-dire de la considération du centre de gravité. »

L'application la plus intéressante que l'abbé de Guastalla ait donnée de son principe général est assurément la discussion de la stabilité de la balance ; le géomètre du XIIIe siècle que nous avons nommé le Précurseur de Léonard de Vinci en avait, il est vrai, distingué les principaux cas, et tous les éléments de cette discussion se trouvent épars dans les notes de Léonard ; nous les trouvons ordonnés dans les *Exercitationes* de Baldi (1) et constamment ramenés à l'étude du déplacement du centre de gravité.

La balance dont le point de suspension est au-dessus du centre de gravité du fléau est en équilibre stable, car un dérangement imposé à cette balance fait monter le centre de gravité ; si l'on supprime le poids additionnel qui avait produit ce dérangement, le centre de gravité reviendra à sa position primitive.

Inversement, si le point de suspension est au-dessous du centre de gravité du fléau, l'équilibre de la balance est instable, car le moindre dérangement fait descendre le centre de gravité.

Enfin si le point de suspension coïncide avec le centre de gravité du fléau, l'équilibre de la balance est indifférent ; cela résulte de la définition même du centre de gravité que Pappus a donnée.

A l'étude de la stabilité de la balance, Baldi joint l'étude, alors nouvelle, de la sensibilité de cet instrument, et il marque quelque fierté de son innovation ; cette étude de la sensibilité, il la tire encore de la considération du déplacement subi par le centre de gravité lorsqu'on écarte la balance de sa position d'équilibre stable ; ce qu'il en dit n'est pas absolument correct, mais il y a fort peu à faire pour en éliminer les erreurs ; l'une d'elles, d'ailleurs,

(1) Bernardino Baldi, *loc. cit.*, Quæstio II, pp. 18-34.

semble un simple lapsus, attribuable peut-être à un copiste.

Voici en quels termes Baldi introduit (1) la considération de la sensibilité de la balance :

« Montrons, ce que nul n'a remarqué avant nous, que les balances dont le point de suspension se trouve plus haut que le centre de gravité du fléau sont de telle nature qu'elles ne sont pas mises en mouvement par n'importe quel poids additionnel ou, du moins, qu'elles ne subissent pas une inclinaison totale.

» La balance, en effet, étant de cette espèce, ajoutons un poids en l'un des plateaux ; si ce poids est capable de surmonter la résistance que lui oppose le centre de gravité, obligé de monter contre nature, la balance se mettra en mouvement. Mais si ce poids est trop peu important pour vaincre cette résistance qu'oppose le centre de gravité lorsqu'il se tient au voisinage de sa plus basse position, la balance ne se mettra pas en mouvement ou, du moins, ne se déplacera que très peu. »

Baldi ajoute que la résistance opposée par la balance au déplacement est d'autant plus grande que le centre de gravité est plus voisin du point de suspension, et qu'elle est d'autant plus aisément vaincue par un poids donné que les bras du fléau sont plus longs. A la première de ces deux propositions, il faut substituer la proposition inverse ; il suffit, pour s'en convaincre, de reprendre la démonstration même de Baldi en supprimant quelques inexactitudes qui la font dévier.

Baldi ajoute encore (2), en étudiant les balances dont le point de suspension se trouve plus bas que le centre de gravité du fléau : « Ces balances ont la propriété de s'incliner complètement, quelque petite que soit la surcharge que l'on mette en l'un quelconque des plateaux ; nous

(1) Bernardino Baldi, *loc. cit.*, p. 14.
(2) Id., *ibid.*, p. 35.

avons vu que cela n'arrivait pas aux balances qui ont le point de suspension en haut. »

Or, en ce point au moins, et malgré ses prétentions à l'originalité, Baldi ne faisait que reproduire une affirmation de Léonard de Vinci ; cette affirmation, nous en retrouvons l'ébauche au cahier *A* (1), à côté de remarques sur la résistance de l'arc ogival et de l'arc surbaissé ; et ces remarques, elles aussi, ont inspiré Baldi. Voici en quels termes s'exprime Léonard :

« *Pourquoi la balance ne chasse pas sous son pôle [point d'appui] le plus grand poids placé à l'une de ses extrémités.* — Si le pôle était avec le centre du volume de la balance comme il est au milieu de la longueur, et que le centre du poids fût avec le centre du volume, le poids le plus grand tomberait sous le centre de la balance. »

Léonard de Vinci sait d'ailleurs que cette *folie* est particulière aux balances dont le centre de gravité coïncide avec le point de suspension. Quelques pages plus loin (2), il propose une « espèce de balance » dont le fléau a la forme d'un triangle équilatéral pivotant autour d'un de ses sommets ; l'écart entre la médiane issue de ce sommet et la verticale permet d'apprécier la différence entre les poids que portent les deux autres sommets.

Léonard a donc pu inspirer à Baldi tout ce que celui-ci a dit de la stabilité et de la sensibilité de la balance ; il lui a assurément fourni sa théorie du plan incliné.

Nous avons vu combien la détermination de la pesanteur apparente d'un grave placé sur un plan incliné avait préoccupé Léonard ; de ce problème il a proposé des solutions variées, les unes conduisant à une règle exacte, les autres à une formule erronée.

Il est, en particulier, une démonstration, imitée de Pappus, à laquelle Léonard est revenu à plusieurs

(1) *Les Manuscrits de* Léonard de Vinci ; Ms. A de la Bibliothèque de l'Institut, fol. 50, verso.

(2) Leonard de Vinci, *loc. cit.*, fol. 52, recto.

reprises (1) ; assurément illogique, elle conduit cependant au résultat exact et correctement démontré dès le XIIIe siècle. Cette démonstration a, d'ailleurs, plusieurs fois attiré notre attention (2). Or, cette démonstration, l'abbé de Guastalla se l'approprie en entier (3). Il va même jusqu'à reproduire les incertitudes et les tâtonnements de la pensée de Léonard ; dans l'une des expositions (fol. 21, verso) qu'il nous a laissées de son étrange démonstration, Léonard suppose que le corps que l'on fait rouler sur le plan incliné soit une roue pleine ; en l'autre (fol. 52, recto), il suppose que ce soit une sphère ; or Baldi commence sa démonstration par ces mots : « Soit une roue ou une sphère... » ; il ne s'était guère efforcé, sans doute, à faire disparaître la marque du grand inventeur dont il plagiait les pensées.

Comme la démonstration de Pappus, qui l'a sans doute inspirée, la démonstration de Léonard est une tentative pour ramener le problème du plan incliné au problème du levier ; cette réduction sera donnée sous une forme correcte par Galilée (voir Chapitre XI), puis par Roberval (voir Chapitre XIII, § 2).

Or, il est remarquable que la démonstration logique de Galilée et de Roberval conduise à tracer exactement la même figure, à faire identiquement le même calcul que la démonstration inacceptable de Léonard ; faut-il y voir la marque d'une influence exercée par celui-ci sur ceux-là ?

Que Galilée ait eu connaissance de la solution que le problème du plan incliné a reçue de Léonard, nous ne saurions l'affirmer, bien que cette affirmation n'ait rien d'invraisemblable. Au début de ses recherches, le jeune géomètre florentin est le disciple et le protégé de Guido

(1) Léonard de Vinci, *loc. cit.*, fol. 21, verso et fol. 52, recto.

(2) Voir : Chapitre II, fig. 8 ; chapitre VIII, § 3, fig. 56 ; chapitre XV, fin du § 6.

(3) Bernardini Baldi *In mechanica Aristotelis problemata exercitationes*, pp. 62-64.

Ubaldo del Monte, dont Bernardino Baldi est à ce moment le familier ; si ce dernier possédait une copie des notes de Léonard, n'est-il point probable qu'il en ait donné communication à Guido Ubaldo et que, par celui-ci, Galilée en ait eu connaissance à son tour ?

En ce qui concerne Roberval, nous pouvons nous montrer plus affirmatifs. Mersenne, dont nous connaissons l'intime liaison avec Roberval, citait Baldi (1) en 1634 et faisait des emprunts (2) à ses *Exercitationes*. En outre, la Bibliothèque Nationale (3) possède, en manuscrit, un *Traité de Méchanique et spécialement de la conduitte et élévation des eaux, par Monsieur de Roberval*. Ce traité, dont nous aurons à nous occuper au Chapitre XVII, porte des traces bien reconnaissables de l'influence exercée sur Roberval par Bernardino Baldi (4).

La théorie du plan incliné imaginée par Léonard de Vinci et plagiée par Bernardino Baldi a donc fort bien pu inspirer à Galilée, d'une part, et à Roberval, d'autre part, le procédé par lequel ils ont ramené cette théorie à la loi d'équilibre du levier.

Quoi qu'il en soit, d'ailleurs, de cette question particulière, l'étude des écrits de Villalpand et de Bernardino Baldi nous paraît mettre hors de doute certaines conclusions :

Grâce à ces écrits, bon nombre des idées émises en Statique et en Dynamique par Léonard de Vinci se trouvent communément répandues, à la fin du XVIe siècle et au début du XVIIe, parmi les géomètres français et

(1) *Les Questions théologiques, physiques, morales et mathématiques, où chacun trouvera du contentement ou de l'exercice*, composées par L. P. M. (le P. Mersenne) ; à Paris, MDCXXXIV, chez Henry Guenon, ruë Sainct Jacques, près les Jacobins, à l'image Sainct Bernard ; p. 58.

(2) Mersenne, *loc. cit.* Question VIII : *Quelle est la ligne de direction qui sert aux Méchaniques.*

(3) Bibliothèque Nationale, fonds latin, Ms. n° 7226, fol. 85, recto, à fol. 207, recto.

(4) Cf. P. Duhem, *Bernardino Baldi, Roberval et Descartes* (Cet article sera prochainement publié dans le BULLETIN ITALIEN).

italiens. C'est dans les écrits où dominent ces idées de Léonard que nous trouvons, plus ou moins nettement formulée, la tendance à fonder la Statique sur ce principe : Le centre de gravité d'un système de graves ne peut jamais monter de lui-même. En particulier, Bernardino Baldi paraît avoir clairement reconnu le rôle essentiel et la portée générale de ce principe. Il semble donc vraisemblable que Léonard de Vinci ait, le premier, imaginé de traiter la Statique par cette méthode, corollaire naturel des doctrines d'Albert de Saxe.

Nous allons voir les doctrines d'Albert de Saxe, modifiées par la révolution Copernicaine, et la méthode de Statique qui en dérive, nettement formulées par Galilée.

11. *La traduction d'Albert de Saxe et Galilée*
En quoi Galilée a contribué à l'invention du Principe de Torricelli

Galilée nous apprend lui-même, en terminant la quatrième journée des *Discorsi*, qu' « il s'était appliqué à la considération des centres de gravité sur l'instance de l'Illustrissime Seigneur Marquis Guido Ubaldo del Monte, très grand mathématicien de son temps, comme le prouvent les diverses œuvres qu'il a publiées ». C'en est assez pour que nous ne nous étonnions pas de trouver une grande analogie entre la pensée de Galilée et celle de Guido Ubaldo (1).

(1) D'ailleurs, l'influence de Guido Ubaldo, unie à celle de Bernardino Baldi, s'exerçait puissamment à l'époque de Galilée ; les écrits de Monantholius et du P. Mersenne nous en sont garants ; nous en trouvons un nouveau témoignage en lisant les Commentaires aux *Questions mécaniques d'Aristote* de Jean de Guevara (*a*) : lorsque celui-ci enseigne (*b*) « que toute la

(*a*) Joannis de Guevara, cler. reg. Min., *in Aristotelis mechanicas commentarii, una cum additionibus quibusdam ad eandem materiam pertinentibus* ; Romæ, apud Jacobum Mascardum, MDCXXVII.

(*b*) Guevara, *loc. cit.*, Additio secunda : De centro gravitatis naturaliq. mobilitate gravium et levium, p. 67.

Cette analogie est manifeste dans les passages suivants, qui sont extraits du traité *Della Scienza meccanica* :

« *Définitions.* Nous appelons gravité cette tendance à se mouvoir naturellement en bas que l'on retrouve dans tous les solides, en raison de la plus ou moins grande quantité de matière dont ils sont formés...

» Par définition, le centre de gravité est, en tout corps grave, ce point autour duquel se trouvent des parties d'égal *momento* ; si nous imaginions qu'un tel grave soit soutenu et suspendu par ce point, les parties qui sont à droite font équilibre à celles qui sont à gauche, les parties qui sont en avant à celles qui sont en arrière, les parties qui sont dessus à celles qui sont dessous ; pourvu donc qu'il soit suspendu par ledit centre, il demeurera immobile de quelque manière qu'on le veuille placer ou disposer ; c'est aussi ce point qui tend à s'unir au centre universel des choses graves, c'est-à-dire à celui de la Terre, lorsque le corps peut tomber librement dans un milieu quelconque. Au sujet de ce point, nous ferons les suppositions suivantes :

» *Suppositions.* Tout grave... se meut vers le bas de telle sorte que son centre de gravité ne sorte jamais de la ligne droite qui joint le point où ce centre se trouvait au premier instant du mouvement avec le centre universel des choses graves ; cette supposition est très manifestement exacte ; puis, en effet, que c'est ce centre, et ce centre seulement, qui tend à s'unir avec le centre commun, il est nécessaire, lorsqu'il n'est point empêché, qu'il aille le trouver par la ligne la plus courte qui est la seule ligne droite.

» Au sujet de ce centre nous pouvons faire encore cette

gravité d'un corps pesant se trouve réunie en son centre de gravité, qu'elle s'y ramasse de telle sorte qu'il ne semble plus y avoir de gravité dans le reste du corps », c'est à Guido Ubaldo del Monte et à Baldi qu'il emprunte la plupart des commentaires dont il accompagne cette pensée ; d'ailleurs, il cite continuellement ces deux auteurs.

seconde supposition : Tout corps grave gravite principalement sur son centre de gravité, en sorte que tout l'*impeto*, toute la pesanteur, en un mot, tout le *momento* de ce corps se recueille en ce point comme en son propre domaine. »

Le P. Mersenne, offrant « à Monsieur Monsieur de Reffuge, conseiller du Roy au Parlement », sa traduction des *Méchaniques de Galilée* où ces suppositions sont reproduites, remarque (1) que « les Méchaniques peuvent enseigner à bien vivre, en imitant les corps pesans qui cherchent leur centre dans celuy de la Terre, comme tousjours l'esprit de l'homme doit chercher le sien dans l'essence divine, qui est la source de tous les esprits ».

La doctrine de la gravité conçue par Albert de Saxe, formulée avec netteté par Guido Ubaldo et par Bernardino Baldi, a pris dans l'écrit de Galilée une entière précision. Sa fécondité va s'accroître encore par les méditations de l'illustre prisonnier du Saint-Office.

Accablé, par la condamnation du tribunal ecclésiastique, par sa réclusion, par son grand âge, par la maladie, par la cécité, Galilée s'était retiré, avec la permission de l'Inquisition, dans une villa sise à Arcetri, près de Florence. Là, il était entouré de soins filiaux de la part d'un jeune homme de seize ans, doué d'un précoce talent de géomètre ; Vincenzio Viviani commençait à rendre au vieux maître le culte qu'il devait lui garder au cours de sa longue vie. Viviani recueillait avidement les enseignements de Galilée (2) ; il sollicitait de lui des éclair-

(1) *Les Méchaniques* de Galilée Mathématicien et Ingénieur du Duc de Florence, avec plusieurs additions rares et nouvelles, utiles aux Architectes, Ingénieurs, Fonteniers, Philosophes et Artisans ; à Paris, chez Henry Guenon, MDCXXXIV.

(2) Vincenzio Viviani, *Vita di Galileo Galilei*, cavata da' Fasti Consolari dell' Accademia Fiorentina. (Cette vie de Galilée, reproduite dans toutes les éditions de ses œuvres, fut primitivement une lettre de Viviani au Prince Cardinal Léopold de Toscane ; elle fut insérée par l'abbé Salvino Salvi dans les *Fastes Consulaires* de l'Académie de Florence.)

cissements sur les doutes et les objections que l'étude de la géométrie avait fait naître dans sa jeune intelligence.

Ces entretiens entre Galilée et Viviani portaient volontiers sur les *Discorsi*. Ceux-ci, en effet, venaient d'être publiés. De la rédaction, achevée en 1636, Conte, à Paris, avait reçu une copie qu'il avait portée aux Elzévirs et que ceux-ci avaient imprimée. Cette édition inattendue de son œuvre, Galilée l'avait dédiée au Comte de Noailles par une lettre écrite d'Arcetri et datée du 6 mars 1638.

La troisième journée des *Discorsi*, consacrée au mouvement local, était bien digne, par la nouveauté de la doctrine qui y était exposée, de ravir l'attention du jeune géomètre ; toutefois, elle ne satisfaisait pas complètement son amour de la rigueur ; toute la théorie reposait sur cette proposition : un grave glissant sur un plan incliné acquiert une vitesse qui dépend uniquement de la hauteur de chute et point de l'inclinaison du plan ; or, cette proposition — et c'est ce qui inquiétait Viviani — Galilée l'admettait sans démonstration (1).

Laissons la parole au fidèle disciple (2) : « En lisant les susdits dialogues et en arrivant au Traité des mouvements locaux, je fus saisi d'un doute que d'autres ont

(1) Viviani n'était d'ailleurs pas le seul qui eût remarqué cette lacune dans la déduction de Galilée ; le 11 octobre 1638, Descartes écrivait à Mersenne (*a*) :

« Mon Révérend Père, Je commencerai cette lettre par mes observations sur le livre de Galilée. Je trouve, en général, qu'il philosophe beaucoup mieux que le vulgaire, en ce qu'il quitte le plus qu'il peut les erreurs de l'Eschole, et tasche à examiner les matières physiques par des raisons mathématiques. En cela, je m'accorde entièrement avec luy et je tiens qu'il n'y a pas d'autre moien pour trouver la vérité... Il suppose aussy que les degrez de vitesse d'un mesme cors sur divers plans sont égaux lorsque les élevations de ces plans sont égales, ce qu'il ne prouve point et n'est pas exactement vray ; et pour ce que tout ce qui suit ne dépend que de ces deux suppositions, on peut dire qu'il a entièrement basti en l'air... »

Les doutes et les questions de Viviani allaient amener Galilée à reprendre les fondements de son œuvre.

(2) Vincenzio Viviani, *Vita di Galileo Galilei*.

(*a*) *Œuvres de Descartes*, édition Ch. Adam et Paul Tannery, *Correspondance*, t. II (mars 1638 à décembre 1639), pp. 379 et suiv.

également éprouvé, non pas au sujet de la vérité du principe sur lequel repose toute la théorie du mouvement local, mais au sujet de la nécessité de le considérer comme connu. Je me mis à rechercher des preuves plus évidentes de cette supposition ; par là, je fus cause que Galilée, au cours d'insomnies qui, au grand détriment de sa vie, lui étaient fort habituelles, en retrouva la démonstration géométrico-mécanique ; cette démonstration dépendait d'une théorie qu'il avait établie à l'encontre d'une conclusion de Pappus, et qu'il avait exposée dans son ancien traité de Mécanique imprimé par le P. Mersenne. Il me la communiqua aussitôt, ainsi qu'à ses autres amis, qui avaient coutume de le visiter. La méthode qu'il suivait pour se guider — car, aveugle de corps, il était très clairvoyant d'esprit — dans les sentiers de ces études qu'il entendait si bien et que je poursuivais, m'imposait l'obligation de rédiger ce théorème ; car sa cécité lui rendait très difficile toute explication où intervenaient des figures et des lettres. Cette rédaction faite, nous en envoyâmes plusieurs copies, en Italie et en France, à ses amis. »

En effet, le 3 décembre 1639, Galilée écrivait au P. Castelli, professeur de mathématiques à Rome, une lettre (1) où nous lisons ce qui suit :

« Il y a déjà plusieurs mois, ce jeune homme, qui est actuellement mon hôte et mon disciple, m'a fait des objections contre le principe que je suppose dans mon Traité du mouvement accéléré, qu'il étudiait alors avec une grande application. Ces objections ont nécessité que je pense à ce principe, afin de le convaincre que ce principe est recevable et vrai ; de telle sorte qu'il m'arriva,

(1) *Lettera di* Galileo Galilei *al P. Ab. D. Benedetto Castelli, contenente una dimostrazione d'un principio già supposto dall' Autore nel suo Trattato del Moto accelerato ne' Dialoghi de' movimenti locali.* (Cette lettre est reproduite dans les diverses éditions des œuvres de Galilée.)

à sa grande satisfaction et à la mienne, d'en trouver, si je ne me trompe, la démonstration concluante ; l'ayant mise sur pied, je la communiquai sur l'heure à plusieurs personnes. Mon disciple en fit une rédaction pour moi, car, étant entièrement privé de la vue, je me serais peut-être trompé dans les figures et dans les lettres dont j'aurais eu à me servir. Cette rédaction est mise sous forme de Dialogue et présentée comme une réminiscence de Salviati, de telle sorte que, lorsqu'on imprimera derechef mes *Discorsi e dimostrazioni*, on pourra l'insérer immédiatement après le Scholie de la seconde proposition du Traité susdit ; il y sera le théorème essentialissime pour l'établissement de la science du mouvement que j'ai proposée. Cette démonstration, je la communique par lettre à Votre Seigneurie, plutôt qu'à aucune autre personne ; j'attends en premier lieu son opinion, puis celle de nos amis qui se trouvent auprès d'Elle, avec la pensée, lorsqu'Elle m'aura donné son avis, d'en envoyer plusieurs autres copies à nos amis d'Italie et de France. »

Cette démonstration que les questions de Viviani avaient fait découvrir à Galilée, fut insérée (1) à la place marquée par lui lorsqu'en 1655, on imprima à Bologne, pour la première fois, la collection de ses Œuvres ; toutes les autres éditions l'ont soigneusement conservée.

De cette démonstration, nous avons déjà cité, au chapitre XI, plusieurs passages ; mais, à dessein, nous avions omis le suivant, qui sollicite maintenant toute notre attention :

« Il est impossible qu'un grave ou qu'un ensemble de graves se meuve naturellement en s'écartant du centre commun vers lequel conspirent toutes les choses graves ; partant, il est impossible qu'il se meuve spontanément,

(1) Vincenzio Viviani, *Vita di Galileo Galilei* ; voir aussi : *Opere di* Galileo Galilei, divise in quattro tomi, in questa nova edizione accresciute di molte cose inedite ; tomo primo. In Padova MDCCXLIV, nella stamparia del Seminario, appreso Gio. Manfrè. *Prefazione universale*, p. XXX.

si, par suite du mouvement pris, son propre centre de gravité ne gagne pas en voisinage par rapport au susdit centre commun ; par conséquent sur l'horizon, c'est-à-dire sur une surface dont toutes les parties sont également éloignées du même centre et qui est, dès lors, absolument privée d'inclinaison, l'*impeto* ou le *momento* dudit mobile est nul. »

Galilée, reprenant les considérations qu'il avait développées longtemps auparavant dans son Traité *Della Scienza meccanica*, a précisé ce qu'elles pouvaient encore présenter d'indécis ; à la fin de l'année 1639, il est en pleine possession de ces deux théorèmes essentiels :

Un ensemble quelconque de poids ne peut jamais se mettre de lui-même en mouvement, si ce mouvement ne produit un abaissement de son centre de gravité.

Lorsqu'un tel ensemble de poids descend en chute libre et sans vitesse initiale, son centre de gravité décrit une verticale.

Mais si Galilée a donné à ces propositions une forme parfaitement claire et précise, il ne les a point forgées de toutes pièces ; affirmées déjà au XIVe siècle par Albert de Saxe, contenues en germe dans cet aphorisme, cher à Léonard de Vinci, « La partie la plus lourde d'un grave se fait guide de son mouvement », elles s'étaient formulées, bien que d'une manière un peu confuse, dans l'*Opus novum* de Cardan, puis, avec plus de force et de précision, dans la *Paraphrasis* de Guido Ubaldo, pour arriver, d'une manière graduelle, à leur énoncé définitif dans le *Synopsis* de Mersenne et dans les écrits de Galilée.

Torricelli, dit Montucla (1), « étudiait à Rome les mathématiques sous Castelli, lorsque les écrits de Galilée sur le mouvement lui tombèrent entre les mains. Il composa dès lors sur le même sujet un Traité qui fut envoyé

(1) Montucla, *Histoire des Mathématiques*, nouvelle édition. Paris, An VII, tome II, p. 201..

à Galilée, et qui lui donna tant d'estime pour son auteur qu'il désira le connaître et l'avoir auprès de lui. Mais Torricelli ne jouit de cet avantage que fort peu de temps, Galilée étant mort trois mois après. Il augmenta dans la suite le Traité dont nous parlons, et, y ajoutant une partie sur le mouvement des fluides, il le publia, avec ses autres ouvrages mathématiques, en 1644. Nous y trouvons la première idée d'un principe ingénieux et très utile en Mécanique. C'est celui-ci : *Lorsque deux poids sont tellement liés ensemble, qu'étant placés comme l'on voudra, leur centre de gravité commun ne hausse ni ne baisse, ils sont en équilibre dans toutes ces situations.* C'est par le moyen de ce principe que Torricelli démontre le rapport des poids qui se contrebalancent le long des plans inclinés ; et quoiqu'il ne l'emploie que dans ce cas, il est facile de voir qu'on peut l'appliquer à tous les autres cas imaginables de la Statique.

De ce récit, comparé à ce qui précède, découle la conclusion suivante : Non seulement Torricelli n'a pas précédé Galilée dans la découverte du principe de Statique que Montucla et Lagrange lui attribuent, mais encore c'est Galilée qui lui a enseigné ce principe. On n'en peut douter lorsque l'on observe que Galilée envoie, en décembre 1639, son fameux scholie au P. Castelli, en lui recommandant de le faire connaître autour de lui ; que Torricelli est, à ce moment, au nombre des disciples du P. Castelli ; qu'entre ce moment et l'époque de la mort de Galilée (8 janvier 1642), Torricelli rédige son Traité où le principe en question est énoncé presqu'exactement dans les termes employés par Galilée.

Mais si Torricelli ne peut être regardé comme le premier auteur de cette proposition, il est le premier qui l'ait clairement désignée, peut-être sous l'inspiration du *Synopsis* de Mersenne, comme un postulat propre à fonder la Statique tout entière et qui ait montré, en l'appliquant au

plan incliné, de quelle manière on en pouvait user. Or, la remarque était d'importance et l'on conçoit qu'elle ait ravi les suffrages de Galilée.

En effet, la détermination de la pesanteur d'un mobile glissant sur un plan incliné constituait, pour Galilée, le « théorème essentialissime » sur lequel devait reposer toute sa théorie du mouvement accéléré ; or, la déduction qui lui donnait cette détermination se tirait, plus ou moins explicitement, de l'axiome d'Aristote ou d'un axiome équivalent, c'est-à-dire de la Dynamique même que la nouvelle science du mouvement allait renverser et supplanter ; d'une manière plus ou moins manifeste, il y avait là cercle vicieux ; en fondant la théorie du plan incliné sur un postulat qui semblait avoir pour lui l'évidence expérimentale immédiate, Torricelli brisait ce cercle.

La solution plus satisfaisante donnée par Torricelli fut beaucoup plus tôt connue des géomètres que la solution de Galilée, dont elle procédait ; celle-là, en effet, parut en 1644, tandis que celle-ci fut imprimée seulement en 1655. Quant aux copies manuscrites qui en avaient été faites par Viviani et communiquées, en France et en Italie, aux amis du reclus d'Arcetri, il faut croire qu'elles furent fort parcimonieusement distribuées ; l'un des plus fervents admirateurs de Galilée, le premier Français, dit-on, qui ait reçu un exemplaire du *Dialogue sur les deux grands systèmes du monde* (1), Gassendi ignorait encore, en 1645, les raisonnements par lesquels Galilée avait justifié son fameux postulat : *Les vitesses acquises par des mobiles qui descendent d'une même hauteur sur des plans diversement inclinés sont égales*. Le P. Cazrée, de la Compagnie de Jésus, ayant attaqué ce postulat, Gassendi le réfuta par une lettre (2) où nous lisons ce qui suit :

(1) Cf. Gassendi *Opera*, t. VI, pp. 53 et 54.

(2) Petri Gassendi *Epistolae tres de proportione qua gravia descendentia accelerantur, quibus ad totidem epistolas R. P. Petri*

« Par un hasard qui me causa quelque étonnement, au moment même où j'écrivais cette lettre, je reçus la visite du très noble Sénateur Pierre Carcavi, qui est un homme très au courant du progrès des sciences, et particulièrement adonné aux études de mathématiques pures ; après qu'il eût vu entre mes mains votre dissertation et qu'il eût pris connaissance de votre argumentation, il m'annonça qu'on lui avait transmis dans cette ville un exemplaire d'un livre tout récemment publié par Evangelista Torricelli, livre où l'éminent successeur de Galilée avait démontré ce postulat. Ayant obtenu communication de cet ouvrage, je vis en effet que Torricelli parvenait au but au moyen de cinq propositions et de cette prémisse : *Deux graves joints ensemble ne peuvent se mouvoir, à moins que leur commun centre de gravité ne descende.* »

Par cette lettre de Gassendi, nous voyons que le traité *De motu gravium naturaliter descendentium et projectorum*, composé par Torricelli, fut bientôt connu et apprécié en France. En voici une autre preuve ; elle est tirée du *Traité de l'Équilibre des Liqueurs* (1) de Pascal. Après avoir donné deux démonstrations du Principe fondamental de l'Hydrostatique, Pascal ajoute (2) :

« Voici encore une preuve qui ne pourra être entendue que par les seuls géomètres, et peut être passée par les autres.

» Je prends pour principe, que jamais un corps ne se meut par son poids, sans que son centre de gravité descende...

» J'ai démontré par cette méthode, dans un petit *Traité de Mécanique*, la raison de toutes les multiplications de

Cazraei, Societatis Jesu, respondetur ; Epistola prima, Art. XIV ; Parisiis, eid. Martis MDCLV (Petri Gassendi *Opera*, t. III, p. 570 ; Lugduni, 1658).

(1) On ne sait pas à quelle date Pascal composa ce Traité. Il fut publié par Ét. Périer en 1663, un an après la mort de son beau-frère.

(2) Blaise Pascal, *Œuvres complètes*, t. III, pp. 86 et 87 ; Paris, Hachette et Cie, 1880.

force qui se trouvent en tous les autres instruments de Mécanique qu'on a jusqu'à présent inventés. Car je fais voir en tous, que les poids inégaux qui se trouvent en équilibre par l'avantage des machines, sont tellement disposés par la construction des machines, que leur centre de gravité commun ne saurait jamais descendre, quelque situation qu'ils prissent ; d'où il s'ensuit qu'ils doivent demeurer en repos, c'est-à-dire en équilibre. »

Bien que Pascal ne cite point ici le nom de Torricelli, il est fort possible qu'il lui ait emprunté le principe de Statique dont il tirait une conséquence nouvelle ; que le *Petit traité de Statique* auquel il fait allusion, traité perdu aujourd'hui comme maint écrit de l'auteur des *Provinciales*, fût le développement de l'indication donnée par le grand géomètre italien ; nous savons en effet, par son propre témoignage, que Pascal avait connu de très bonne heure les *Opera geometrica* d'Evangelista Torricelli. Le 8 août 1651, il écrivait (1) à M. de Ribeyre, au sujet de l'expérience « du vif argent » :

« Mais comme nous étions tous [vers 1647 ou 1648] dans l'impatience de savoir qui en était l'inventeur, nous en écrivîmes à Rome au cavalier del Posso, lequel nous manda, longtemps après mon imprimé [tiré en 1647], qu'elle est véritablement du grand Toricelli, professeur du duc de Florence aux mathématiques. Nous fûmes ravis d'apprendre qu'elle venait d'un génie si illustre, et dont nous avions déjà reçu des productions en Géométrie, qui surpassent toutes celles de l'antiquité. Je ne crains pas d'être désavoué de cet éloge par aucun de ceux qui sont capables d'en juger. » .

D'ailleurs, Carcavi, qui avait signalé à Gassendi le prin-

(1) *Lettre de Pascal à M. de Ribeyre*, premier président de la Cour des Aides de Clermont-Ferrand, au sujet de ce qui fut dit dans le prologue des thèses de philosophie soutenues en sa présence dans le collège des Jésuites de Montferrand, le 25 juin 1651 (Blaise Pascal, *Œuvres complètes*, t. III, pp. 76 et 77 ; Paris, Hachette, 1880).

cipe de Statique énoncé par Torricelli, presque aussitôt après la publication du livre où il se trouvait, était un des fidèles amis de Pascal, un de ceux que celui-ci choisit comme juge dans le tribunal composé pour décider du célèbre tournoi géométrique *de la Roulette ;* il n'eût point manqué de renseigner Pascal comme il renseigna Gassendi.

Pascal, toutefois, est excusable de n'avoir point cité Torricelli comme l'inventeur de ce principe ; dès 1626, dans son *Synopsis*, Mersenne l'avait énoncé et appliqué à la solution de quelques problèmes de Statique ; plus tard, en 1644, le même Mersenne se servait (1) de la doctrine d'Albert de Saxe pour rendre compte des lois de l'Hydrostatique ; en deux vases communiquants, où il suppose de l'eau, « l'eau descend jusqu'à ce que le centre de gravité de toute cette masse formée par la terre, l'eau et le vase s'unisse au centre de l'Univers » ; Pascal était donc en droit de le regarder comme faisant partie du patrimoine commun des géomètres.

Lors donc que fut imprimée pour la première fois la pièce qui assurait à Galilée la priorité de ce principe, à moins qu'il ne la faille rapporter à Léonard de Vinci, les géomètres étaient habitués, depuis plus de dix ans, à en attribuer l'invention à Torricelli.

L'histoire du principe de Galilée et de Torricelli nous offre un remarquable exemple de la continuité selon laquelle évoluent le plus souvent les idées scientifiques ; nous avons pu suivre le développement de ce principe comme le naturaliste suit le développement d'un organisme.

(A suivre). P. Duhem.

(1) F. Marini Mersenni Minimi *Cogitata physico-mathematica in quibus tam naturæ quam artis effectus admirandi certissimis demonstrationibus explicantur;* Parisiis, sumptibus Antonii Berrier, via Jacobeâ, MDCXLIV. Ars navigandi. Hydrostaticae liber primus, p. 259.

UNE HERBORISATION

SUR LA

CÔTE D'AZUR

I

Un magistrat belge qui présida longtemps un tribunal international en Égypte et qui, nouvel Ulysse, explora toutes les côtes et les îles décrites dans l'*Odyssée*, nous disait, cet hiver, au cours d'une herborisation sur la Côte d'azur, que la flore actuelle de la *Riviera* est aujourd'hui plus belle et plus riche que celle du littoral de l'Asie Mineure et de l'Afrique.

Ce qui frappe tout d'abord les voyageurs qui visitent pour la première fois ces splendides stations hivernales, c'est, en effet, le cachet franchement exotique de la végétation.

Sans passer en revue les plantes tropicales ou subtropicales des deux hémisphères, cultivées avec tant de succès, depuis un siècle à peine, sur le littoral français et italien, et qui font de certaines stations un véritable paradis terrestre, nous voudrions appeler l'attention des lecteurs de la Revue sur une série de plantes exotiques ou subspontanées qui caractérisent la flore si originale et si hétérogène de la Côte d'azur ; surtout sur celles qui sont en pleine végétation *au cœur de l'hiver* et qui végètent sur les falaises ou dans les divers étages géologiques des

Alpes Maritimes. Ces études d'histoire naturelle nous permettront d'évoquer, en passant, quelques souvenirs historiques de cette partie privilégiée de la Provence, qui fut si ardemment disputée par tant de races diverses, depuis les Étrusques, les Phéniciens, les Grecs et les Romains jusqu'aux temps modernes.

L'on voit aujourd'hui sur les falaises s'étaler partout d'opulents cactus d'origine américaine, comme l'*Agave mexicain* et le *Figuier d'Inde (Opuntia ficoides)*, dont les fruits savoureux mûrissent dès le mois de janvier.

Nos anciens légionnaires de l'armée de Maximilien au Mexique se rappellent avoir dégusté avec plaisir la pulpe rafraîchissante et parfumée de ces fruits dans les déserts les plus arides du plateau de l'Anahuac. Mais les épines qui en recouvrent l'écorce et qui hérissent ses larges feuilles en raquettes constituent pour la plante une défense redoutable, surtout pour les imprudents ou les gourmands qui la dépouillent sans précaution.

L'agave mexicain, improprement appelé *Aloës* par les profanes, se multiplie rapidement par les rejets de sa souche souterraine et rampante entre les fissures des roches et des murailles calcaires ou granitiques. Ses feuilles énormes, terminées par de longues pointes acérées et bordées de la double rangée de crochets, présentent un aspect rébarbatif et constituent d'excellentes et pittoresques clôtures pour les parcs, les vergers et les jardins où on les voit grimper à l'assaut et parfois même faire crouler de vieux murs, en étalant leurs variétés panachées, bariolées, souvent serpentiformes, et leur hampe fleurie, qui présente l'aspect d'une gigantesque asperge ramifiée au sommet. Ce luxuriant cactus ne fleurit qu'au bout de quelques années (tous les cent ans, suivant la légende !) et sa floraison constitue une telle dépense de sève que la souche est épuisée après la fructification.

On se représente difficilement aujourd'hui le littoral méditerranéen, tel qu'il était avant la conquête de l'Amé-

rique espagnole, jusqu'au XVIIIe siècle, dépourvu de cette végétation des tropiques et des antipodes qui fait maintenant son plus bel ornement. Ici du moins la main de l'homme, au lieu d'abîmer l'œuvre de la nature, comme dans nos régions trop peuplées du Nord, a métamorphosé un sol aride en moins d'un siècle, et lui a imprimé un cachet exotique véritablement merveilleux. Elle a fait plus : elle a réussi à produire en plein hiver l'illusion de l'été que l'on n'a pu faire naître ailleurs, sous la même latitude ; par exemple, dans le sud-ouest de la France, dont le climat, comme celui de Pau, est cependant réputé pour sa douceur et son égalité de température.

Un seul palmier, le palmier nain *(Chamœrops humilis)* — l'unique espèce qui résiste bien à la gelée, comme on l'a vu cet hiver — représentait jadis, dans le midi de l'Europe, cette famille des tropiques si abondamment répandue à l'époque tertiaire jusque dans l'Europe et l'Asie septentrionales. Mais depuis un siècle, l'industrie humaine a multiplié une foule d'espèces ou de variétés sur les bords de la Méditerranée, notamment le dattier des oasis, aux palmes superbes que les églises de Rome font venir de San-Remo et de Bordighera pour célébrer le Dimanche des Rameaux.

Une autre espèce, indigène de la Californie, le *Pritchardia filifera*, constitue aussi l'un des plus beaux ornements des promenades et des parcs de la Riviera. Les larges feuilles en forme d'éventail atteignent jusqu'à trois mètres de longueur et sont ornées sur les bords de filaments blancs frisés ; ses pétioles sont munis d'épines crochues d'un beau jaune, ce qui le distingue d'espèces

(1) On compte à Pau, comme à Naples, *où il pleut en moyenne 165 jours par an*, beaucoup plus de jours de pluie qu'à Nice. De Cannes à Menton, la moyenne des beaux jours est environ de 210 pour 90 jours nuageux et 66 pluvieux. Certaines années il ne pleut presque pas, comme l'an dernier où il n'avait plu qu'au printemps pendant quelques jours. L'hiver de 1902-03 fut particulièrement beau ; depuis novembre jusqu'au mois de mai ce ne fut qu'une série de beaux jours presqu'ininterrompue.

voisines ; et son tronc est fortement renflé à la base, contrairement à celui des dattiers *(phoenix)* qui s'élargit de la base au sommet. Le contraste de ces deux espèces dominantes de palmiers dans les promenades publiques attire l'attention des passants comme des naturalistes.

L'Australie, les Indes, le Japon, le Brésil ont fourni également à la Côte d'azur un riche contingent de plantes nouvelles.

L'Eucalyptus, arbre caractéristique des forêts australiennes, qui fleurit dès le commencement de notre hiver — saison correspondante à l'été des antipodes — embaume les promenades publiques et les jardins, avec diverses variétés de mimosas à feuilles pennées ou lancéolées dont l'odeur musquée rappelle celle de nos gaillets jaunes et de nos chèvrefeuilles.

L'*Eucalyptus globulus* est un arbre des plus volontaires, à croissance rapide, dont le tronc lisse se dépouille spontanément de son écorce, comme le platane. Mais cette écorce se divise en lanières au lieu de se détacher sous forme de plaques. Les feuilles affectent la forme singulière de croissants ou de sabres turcs et les fleurs parfumées possèdent une corolle solide ressemblant au couvercle convexe et conique d'une petite boîte, dont on fabrique sur tout le littoral de curieux chapelets. On sait que cet arbre précieux a permis aux Trappistes d'assainir les marais infectés par la *malaria* des campagnes romaines et de l'Algérie. L'essence d'Eucalyptus jouit de propriétés anticatarrhales et antiseptiques très appréciées dans le Midi, dont nous avons pu expérimenter l'efficacité à maintes reprises, notamment dans les affections des voies respiratoires. On prétend que l'Eucalyptus peut braver impunément des températures de 10 à 12° sous zéro. Or, cet hiver, où il n'a gelé qu'une ou deux nuits à 7° (1 et 2 janvier), une foule d'Eucalyptus ont été grillés.

A côté de l'Eucalyptus, on remarque surtout dans les jardins publics diverses espèces de pins, comme le pin

maritime et le pin d'Alep ou de Jérusalem, qui fournit d'énormes cônes servant à allumer le feu et dans les branches desquels les entomologistes découvrent fréquemment des bourses de chenilles de processionnaires. Ces insectes, qu'il ne faut pas confondre avec leurs cousins germains, les processionnaires du chêne, que l'on trouve en Belgique, exercent des ravages analogues dans les plantations, en dépouillant parfois complètement les arbres de leurs feuilles ; des forêts entières ont été ainsi dépouillées dans le Midi, depuis la Corniche jusqu'aux Landes bordelaises, grâce à la négligence des communes et des propriétaires qui ne pratiquent pas l'échenillage. On trouve aussi tout le long du littoral de la Méditerranée de superbes cyprès et des cèdres, comme en Terre Sainte ; quant aux araucarias, dont plusieurs espèces magnifiques font l'ornement des parcs, ils proviennent pour la plupart de l'Amérique du Sud et des îles de l'Australasie. Le chêne vert *(Quercus ilex)* ou yeuse, couvre, avec les oliviers et les pins, la plupart des collines ou des vallons calcaires formés par le système d'épuisement des Alpes maritimes. Ces trois arbres fournissent, avec le platane et l'eucalyptus, tout le bois de chauffage du littoral. Ce chêne est remarquable non seulement par son feuillage permanent, mais aussi par le polymorphisme étonnant de ses feuilles ; au point que beaucoup de botanistes novices hésitent à reconnaître la même espèce sur des pieds différents. On en trouve de superbes échantillons aux environs de Nice, notamment au Cimiez, vis-à-vis de la chapelle des Franciscains, récemment expulsés de leurs couvents.

A voir ces différents arbres envahis et entourés parfois jusqu'au sommet par le lierre qui porte des baies plantureuses, on s'aperçoit que cette plante parasite est ici dans son élément ; mais on confond souvent le lierre véritable avec le grand lierre algérien.

Dès la fin de décembre commencent à fleurir sur les rochers du littoral les grandes euphorbes arborescentes

(Euphorbia dendroides) qui se détachent au milieu des buissons de lentisques (1) et de caroubiers. Ces euphorbes sécrètent un latex vésicant analogue au *croton tiglion* d'Algérie, si fréquemment employé en pharmacie comme un révulsif des plus puissants.

Les *romarins (Rosmarinus officinalis)*, ces labiées arborescentes et aromatiques, qui atteignent jusqu'à deux mètres, fleurissent avec le serpolet et dans les mêmes rochers, à la même époque, où ils sont déjà visités par les abeilles ; on prétend même que le miel de Narbonne doit ses qualités exquises au nectar de ces plantes. L'huile essentielle de romarin est distillée depuis l'antiquité dans le Midi comme celle de la lavande et des myrthes, parfums préférés des dames romaines, ainsi que l'essence de rose.

La culture des roses perpétuelles constitue aujourd'hui une industrie considérable et très lucrative sur la Riviera. Un hectare peut donner presque dix mille francs de produit net par an. La distillation des essences de rose et de violette à Grasse a enrichi tout le canton.

Une particularité fort intéressante, commune à plusieurs plantes appartenant à des familles éloignées et dont la cause intentionnelle est évidente, c'est le vêtement blanc cotonneux et laineux des tiges et des feuilles, qui les protègent à la fois contre le mistral et le soleil brûlant du littoral méditerranéen. Telles sont, habillées comme les Arabes de leur burnous, plusieurs jolies espèces de papillonnacées, de labiées, de crucifères et de composées : le *diotis cotonneux*, la *cinéraire maritime* dont le feuillage gracieusement découpé se détache en rosaces argentées sur les roches arides et verticales de la Corniche, et dont le suc, instillé dans l'œil, constitue, dit-on, un précieux collyre ; le *Medicago marina* ou minette dorée des plages,

(1) *Pistacia lentiscus*, encore appelé arbre à mastic. Cet arbrisseau résineux à feuilles persistantes se retrouve tout le long du littoral et dans les îles de la Méditerranée. Il est cultivé en Orient comme le térébinthe et le pistachier qui appartiennent à la même famille (*Térébinthacées*).

et le fameux *Edelweis des Alpes* qui ne descend guère des cimes neigeuses bordant l'horizon ; telle est aussi la jolie mauve ligneuse *(Lavatera maritima)* dont les rosaces s'étalent en plein hiver sur les falaises de toute la Riviera, à côté des grappes blanches de l'Erbo blanco *(Alyssum maritime*, crucifère), parmi les buissons d'arbousiers-fraisiers à corolles urécolées, de nerprun à feuilles persistantes *(Rhamnus alaternus)*, des myrthes, des lentisques etc. La persistance des feuilles, le parenchyme épais et coriace, qui offre une grande résistance à la chaleur, caractérisent aussi bon nombre d'espèces de plantes basses ou grimpantes, proches parentes de nos espèces à feuilles caduques ; tels les *Clematis flammula* et le chèvrefeuille entrelacé *(implexa)*, la *rosa sempervirens* qui forme, avec le liseron épineux *(Smilax)* aux feuilles en forme de flèches, et les géraniums à feuilles grasses, des haies vigoureuses et fleuries en plein hiver.

Un peu plus tard, apparaît sur les roches du littoral la fleur des cystes cotonneux dont les petites roses ressemblent à celles de l'églantine, bien qu'elles n'appartiennent pas à cette famille. Les diverses espèces de cystes sont des plantes résineuses qui exhalent une odeur aromatique si prononcée que Napoléon prétendait reconnaître de loin à leur parfum le voisinage de la Corse ; mais il est probable que d'autres plantes aromatiques, comme le romarin et le thym, contribuent à développer ces essences diverses résinifiées et diffusées par l'air marin riche en ozone. Quoi qu'il en soit, vis-à-vis notamment des fleurs cultivées comme les œillets et les giroflées de Nice multicolores, ce sont plutôt les Eucalyptus et les Mimosas dont les fleurs parfument l'atmosphère avant le printemps. Puis c'est le tour des roses, des orangers, des cèdres, des citronniers, des câpriers, des myrthes et des lauriers roses dont la grisante symphonie de parfums embaume la Riviera dès le retour de la belle saison. C'est à la famille des myrthacées qu'appartiennent les girofles, les

piments et diverses autres plantes des îles des épices, dont les puissants parfums se font sentir à de très grandes distances dans l'océan Indien.

Comme sur notre littoral, on trouve sur les bords de la Méditerranée plusieurs *chénopodées* riches en soude et en potasse *(Salsola sodi* et *kali)*. L'*atriplex alimus* forme de véritables haies jusque contre les vagues. On trouve parmi les roches calcaires et les micaschistes, baignés par la mer d'Azur, plusieurs espèces d'algues très remarquables ; cependant les touristes ne remarquent guère que les zostères (plante phanérogame de la famille des *naiadées*), qui dominent sur le littoral au point de former de véritables bancs de bourres et de feuilles séchées. Ces bourres proviennent des souches fibreuses qui sont roulées par les vagues en forme de crottins de dimensions diverses, dont la provenance intrigue beaucoup les profanes.

Les *Tamarix* au feuillage délicat ont donné leur nom à la charmante presqu'île abritée contre le mistral, que baigne la baie de Toulon. L'horticulture moderne a fait de Tamaris une station hivernale aussi belle que celles qui sont situées de l'autre côté de la chaîne de l'Estérel, ce grand paravent de la Côte d'Azur. Malheureusement, les dernières gelées n'ont pas plus épargné Tamaris que ses aînées de la Riviera. Dans plusieurs années encore, on s'apercevra des ravages exercés par la gelée du 1er janvier sur tout le littoral méditerranéen, car, de mémoire d'homme, on ne vit hiver plus meurtrier pour la végétation.

Chose curieuse, certains palmiers paraissent avoir mieux résisté que les eucalyptus et les orangers (1) dont les fruits jonchaient la terre, mais certains squares peu abrités

(1) L'oranger, jadis si florissant sur la Corniche, est atteint depuis quelques années d'une maladie aussi redoutable que le phylloxéra pour la vigne et qui obligera de renoncer à cette belle culture si on ne peut y apporter remède ; elle paraît due surtout aux ravages d'un coccus *(Lecanium hesperiodium)* voisin de celui du mûrier, qui exerce tant de ravages en Italie. Le coccus des orangers s'attaque aussi aux lauriers, aux myrthes et aux grenadiers.

ou nouvellement plantés ont été complètement détruits dans la baie des Anges, et bon nombre de vieux arbres furent littéralement grillés. Ce phénomène est d'autant plus remarquable que la gelée a été de très courte durée et que le thermomètre n'est pas descendu au-dessous de 7 à 8° sous zéro.

Monte-Carlo, Beaulieu et Menton, si bien protégés par les superbes rochers auxquels ils s'adossent, n'ont pas été épargnés par le froid, bien que les arbres y aient moins souffert qu'à Nice ; ainsi les cocotiers de Monte-Carlo ont tenu bon, tandis que d'autres palmiers, comme le *Pritchardia* de la Californie, présentent un aspect lamentable à côté des palmiers nains intacts *(Chamœrops humilis)*. Les hivers terribles de 1870 et 1880, qui avaient détruit jusqu'aux lauriers dans certaines régions du Midi, n'avaient pas causé d'aussi grands ravages sur le littoral, que cet unique coup de froid d'un hiver qui fut une saison clémente dans nos Pays-Bas. A Montpellier, où le thermomètre descend rarement au-dessous de 2 degrés, on a observé 13° sous zéro, ce qui ne s'était plus présenté depuis plus de cinquante ans. Il faut remonter à plusieurs siècles pour trouver dans l'histoire de Nice le souvenir d'un hiver plus rigoureux. Le 12 janvier 1238, on vit le vin geler dans les tonneaux et bon nombre de malheureux mourir de faim et de froid ; ce qui n'est pas fait pour étonner l'observateur, qui ne tarde pas à s'apercevoir que, dans ce beau pays, l'homme du peuple est inhabile à se défendre contre les frimas et ne fait guère usage du feu que pour cuire ses aliments. Le 18 février 1709, le thermomètre étant descendu à 9° sous zéro, on dut replanter beaucoup de jeunes oliviers détruits par la gelée, mais il n'était pas encore question des orangers et des palmiers pas plus que de la grande culture de fleurs.

En général, la végétation des campagnes souffre plus souvent de la sécheresse et des orages que du froid. En 1558, un ouragan terrible s'abattit sur Nice et Ville-

franche ; la mer sortit de son lit et de nombreuses maisons s'écroulèrent, tandis que les navires étaient jetés à la côte. A plusieurs reprises, les inondations du Paillon, qui n'est qu'un torrent ordinairement à sec (1), occasionnèrent de grands ravages en ville et dans la campagne des environs. Parfois, comme en 1733, la sécheresse occasionna de telles famines que l'on fut obligé de moudre des glands, des baies de genévrier et des nœuds de paille (2), et que l'on vit la population affolée se ruer sur les navires du port pour les piller.

En 1564, le 20 juillet, commença le long du littoral une série de tremblements de terre qui dura jusqu'au mois d'août et qui ruina beaucoup de maisons et de métairies. Le fond du port de Villefranche s'écroula, le cours de la Vésubie, qui descend des Hautes-Alpes et qui alimente la ville de Nice, fut arrêté et l'*on vit plusieurs sources devenir sulfureuses*, ce qui modifia la végétation. Ce phénomène mérite d'attirer particulièrement l'attention des géologues et des botanistes, surtout dans les régions où les secousses sismiques se répètent plus fréquemment que chez nous, sans paraître liées à des phénomènes volcaniques.

On n'a pas oublié la terrible secousse de tremblement de terre qui a ébranlé la ville de Nice, il y a quinze ans à peine, en plein carnaval.

II

Nous avons eu la curiosité de remonter le cours de la Vésubie, pour relever, en herborisant, les diverses couches géologiques à travers lesquelles passe cette rivière des

(1) Les plus grandes crues du Paillon ont généralement lieu en automne dans la saison des pluies.

(2) Au siècle dernier, on conservait encore dans une famille niçoise du pain fabriqué avec ce singulier aliment.

Alpes, avant d'aboutir au pittoresque château d'eau de Nice, aux cascades de Gayraud (1). Rien de plus attrayant que cette excursion, faiclitée par le chemin de fer du sud qui vous mène au cœur des Alpes Maritimes où l'on traverse des séries d'étages de terrains primaires, secondaires et tertiaires, contenant des minerais ou des veines de cuivre, de fer, de plomb argentifères et d'arsenic.

Le musée des beaux-arts de Nice possède un magnifique bloc d'orpiment, trouvé à Luceram, dans une veine d'arsenic qui passe pour la plus riche d'Europe, après celles de l'Autriche-Hongrie.

La faune de ces régions est particulièrement riche en insectes et fort appréciée des lépidoptéristes et des coléoptéristes cosmopolites. On y trouve aussi de beaux hyménoptères, notamment des hyménoptères fouisseurs de la famille des *sphégides* et des *pompilides*, si bien observés par M. Fabre et dont nous avons décrit les mœurs étranges dans cette Revue (2). Nous y avons capturé également, parmi plusieurs espèces multicolores de sauterelles, le fameux criquet migrateur d'Afrique et de belles cigales inconnues dans nos régions du Nord, ainsi que les curieuses *Mantes religieuses* ou prie-Dieu dont les oothèques se trouvent communément sur les troncs des oliviers. L'exploration des bosquets de lauriers roses permet de capturer souvent, en été, l'énorme chenille du sphinx de l'oléandre, le plus beau sphégide de l'Europe, que les vents du Sud transportent à de rares intervalles

(1) La distribution d'eau de la ville de Nice et des environs peut être considérée comme un modèle du genre, car elle permet d'irriguer toutes les propriétés sur les hauteurs des environs. En 1889, le consul d'Angleterre à Nice ne craignait pas d'affirmer qu'il ne connaissait nulle part dans son pays une distribution d'eau aussi pratique ; elle permet en effet d'amener l'eau de la Vésubie, sous une pression de 7 atmosphères, jusqu'au sommet de l'ancienne capitale romaine (le Cimiez), d'où elle se jette dans le Paillon.

(2) Voir notamment *Les Hyménoptères comparés d'Europe et des États-Unis*, t. XIII, p. 353 ; t. XIV, p. 204. — *Les Instincts des Hyménoptères*, t. XXI, p. 540. — *Les Visiteurs d'un saule marceau*, t. XXVIII, p. 100.

jusqu'en Belgique, comme ce fut le cas l'an dernier (1). On retrouve aussi dans cette partie de la Provence, ce joli petit sphégide noir pointillé de blanc, papillon du Midi, qui semble égaré en Belgique sur le mont César à Louvain, où il volait très abondamment jadis. On s'est même demandé si la graine de cet insecte n'avait pas été importée autrefois de Provence ou de Montpellier par quelque étudiant migrateur, comme il y en avait tant à l'époque de la Renaissance, lorsqu'il était de mode de visiter les Universités célèbres de l'Europe, pour parachever son éducation scientifique.

Dès la fin de mars, on voit voltiger sur les rosiers et autres arbrisseaux qui végètent spontanément sur les roches calcaires des Alpes Maritimes, le plus gracieux des papillons de jour, voisin de notre machaon, le *papilio podalirius*, qui se retrouve d'ailleurs, en été, dans notre vallée de la Meuse, sur certaines crêtes.

Podalire et Machaon étaient, on le sait, les deux fils d'Esculape. Les naturalistes du bon vieux temps, qui ont affublé de ces noms les deux insectes en question, avaient remarqué, paraît-il, qu'ils préféraient les plantes médicinales. Mieux eût valu apparenter le papillon *podalire* à quelque génie de l'air, comme les sylves ou les elfes de la légende, dont il rappelle le vol fantasque et rapide ; planant, ondoyant, tournoyant et balançant ses ailes délicatement découpées, transparentes et nuancées comme l'écharpe d'Iris. L'artiste ne se lasse pas de contempler les manœuvres aériennes de ce merveilleux lépidoptère, qui semble échappé des mains d'une fée, et valser autour des fleurs dans un rayon du soleil.

C'est une étude captivante entre toutes que celle des relations mystérieuses qui existent entre la vie des plantes et celle des animaux, particulièrement des insectes, si faciles

(1) L'Education familiale, pp. 426 et 555. Bruxelles, imprimerie des grands annuaires, 1904.

à observer, et qui procurent à l'observateur de pures jouissances esthétiques, surtout quand on peut les observer dans un milieu enchanteur, comme les côtes de la Provence au printemps. Il nous souvient que Charles Nodier a merveilleusement rendu ses impressions dans ses *Souvenirs de Jeunesse* en une page qui devrait figurer dans toutes les anthologies classiques (1).

Combien de gens s'imaginent à tort que les insectes ne sont que des parasites nuisibles aux plantes ! Ce n'est, d'ailleurs, qu'à la fin du XVIIIe siècle qu'un botaniste allemand, Conrad Sprengel, a bien établi leur rôle providentiel dans la fécondation des fleurs et l'hybridation. Ainsi, c'est par l'intermédiaire des abeilles sauvages ou domestiques que des dattiers femelles *(phœnix dactylifera)* sont fécondés par le pollen de palmiers mâles de même espèce, situés souvent à des distances considérables. De même la fécondation des trèfles s'opère par l'intermédiaire des bourdons dont la trompe est plus longue que celle des abeilles.

En voyant butiner en plein hiver, au pays des orangers, de nombreuses abeilles sur les fleurs d'un proche parent du pistachier, nous évoquâmes involontairement le souvenir de Bernard de Jussieu auquel M. Le Maout attribue la découverte en question :

« Vers le milieu du siècle dernier, dit-il, Jussieu, démonstrateur de botanique au jardin du Roi, passant en revue les arbres dont l'inspection lui était confiée, s'aperçut qu'un pistachier, qui, jusqu'alors, avait fleuri tous les ans sans produire, se disposait à donner des pistaches : le fruit s'était noué, mais d'où venait le pollen ? Il n'y avait pas dans tout le *jardin des plantes* un seul pistachier dont la fleur portait des étamines ; on fit une battue dans les jardins du voisinage, mais on ne trouva rien.

« Un fruit formé par des graines développées sans le

(1) REVUE GÉNÉRALE, 1882. « *Causerie d'un Naturaliste à travers bois* » *(Psyché ou le Roman de la Nature).*

concours du pollen, c'était un rude échec pour la théorie de la fécondation des fleurs, qui, alors, n'était pas solidement établie comme aujourd'hui. Bernard de Jussieu prit alors le parti de s'adresser à l'autorité. La police aussitôt mit ses agents en campagne avec le signalement exact de l'individu qui se cachait si bien. Ils tournèrent autour du jardin en élargissant peu à peu la spirale de leurs perquisitions. Enfin, ils découvrirent loin de là, prés du Luxembourg, dans un coin de la pépinière des Chartreux qui longe l'allée de l'observatoire, un petit pistachier mâle qui, cette année, *avait fleuri pour la première fois*. On ne tarda pas à s'apercevoir que les abeilles qui avaient butiné sur le pistachier mâle s'envolaient dans la direction du jardin des plantes, après s'être élevées droit dans les airs, comme les pigeons voyageurs. Dès lors fut révélé cet instinct mystérieux qui assure la fécondation des fleurs, en portant les insectes à butiner sur les plantes de même espèce. »

La flore de la vallée de la Vésubie devient de plus en plus intéressante à déterminer à mesure qu'on s'élève jusqu'aux massifs granitiques, à travers les calcaires jurassiques cristallins ou dolomitiques, les grès verts veinés de réalgar (sulfure d'arsenic) et les calcaires chloritiques et argileux, ou les marnes plus ou moins schisteuses des terrains crétacés. On trouve aussi du terrain permien, représenté par des grès et des schistes rouges ou verts plus ou moins ardoisiers. Ces roches, appelées *terres rouges*, sont adossées au massif cristallin (1). Enfin, *le tertiaire* s'y présente sous forme de calcaire siliceux ou marneux, de grès quartzeux ou micacés, de schistes argileux ou de poudingues formidables, comme ceux que l'on voit affleurer dans les environs de Nice et qui résultent sans doute de la fonte des glaciers.

(1) Ne pas confondre avec les terres rouges du littoral, que nous avons décrites à la 3e Section de la SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE, et qui ont été analysées au laboratoire agricole de Gand par M. Nyssens (Séance d'avril 1901).

Les roches calcaires jurassiques et crétacées constituent presqu'entièrement le grand massif de la Corniche depuis Marseille jusque San-Remo et Gênes. Mais de temps en temps, comme dans l'Estérel, à Cannes et à St-Raphaël, par exemple, on voit surgir des roches primitives aux riches couleurs, des gneiss, des micaschistes et des porphyres bleus ou rouges, contenant de belles variétés de mica doré ou argenté, de pyroxènes, d'amphiboles, de tourmalines, etc., etc. Et lorsqu'on remonte le cours des torrents ou des rivières qui viennent se déverser dans la Méditerranée, comme le Var et la Vésubie, on ne tarde pas à découvrir une succession de couches de terrains primaires, secondaires et tertiaires, caractérisés par des flores diverses, dont la comparaison offre le plus vif intérêt pour le naturaliste. Cependant l'observateur est frappé, quand il arrive au contact des roches calcaires et des terrains primitifs, de la grande analogie de la flore, en dépit de la différence profonde de composition du sol. Les plantes dominantes dans le *crétacé* se retrouvent pour la plupart sur les gneiss et les micaschistes de la Montagne, qui ne contiennent guère de chaux, du moins en apparence ; car les sources qui en jaillissent ne sont pas riches en calcium, et ne s'enrichissent de ce métal que lorsqu'elles ont passé sur les roches calcaires adossées au grand massif granitique des Alpes. Ce phénomène, qui intéresse au plus haut point la géographie botanique, avait déjà frappé les naturalistes il y a plus d'un siècle ; à tel point que l'un d'eux en était arrivé à conclure que la nature physique de la roche influe beaucoup plus que la composition chimique sur les variations de la flore *(Thurmann)*. Une analyse plus complète des roches primitives a permis de s'assurer qu'elles contiennent en réalité assez de calcaire pour expliquer le phénomène, car la plante sait extraire souvent de la terre, beaucoup mieux que le chimiste, les principes minéraux dont elle a besoin.

C'est ce que nous croyons avoir contribué à mettre en

lumière, en montrant comment certaines plantes cultivées, par exemple l'*avoine*, la *pomme de terre*, le *pin*, révèlent la présence dans le sol de certains éléments, comme la potasse, dont les chimistes n'avaient pas réussi à déceler l'existence, parce que cette base était engagée dans des combinaisons insolubles (Voir ANNALES DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE, communications diverses à la IIIe Section).

Il n'est pas étonnant, dès lors, que le simple lavage de ces roches par les eaux qui proviennent de la fonte des neiges des sommets alpins ne suffise pas à entraîner le calcaire qui se trouve engagé dans les granites sous forme de silicates à bases multiples. Si la plante est parfois éclectique et admet en cas de besoin, jusqu'à un certain point, la substitution de certaines bases alcalines ou alcalino-terreuses, il n'en est généralement pas ainsi. L'on voit, au contraire, beaucoup de plantes ne végéter que là où se trouvent des bases ou des métaux particuliers, comme la magnésie, le manganèse, la soude, le zinc *(Viola laminaria : Vieille montagne)*. Elles constituent alors de véritables *étiquettes* qui révèlent à l'observateur la présence de ces éléments dans le sol.

Les communes de Rocquebillère, de Lantosque et de Berthemont possèdent des sources sulfureuses, qui surgissent pour la plupart dans l'*infra lias* du sein des couches de gypse et de calcaire celluleux. Les gorges de la Vésubie, si admirablement accidentées, offrirent au XVIe siècle un abri aux gardes suisses, après la bataille livrée au Piémont, en 1544, entre les armées de Charles-Quint et de François Ier. C'est depuis lors qu'on y fabrique à la mode de gruyère des fromages de chèvre ou de brebis bien connus dans toute la Provence (fromage d'Utelle).

Rocquebillère est, comme Berthemont, une ancienne station romaine ; son nom vient de *Rocca abeilliera*, « roche d'abeilles ». Nous y avons trouvé plusieurs espèces d'abeilles sauvages, *andrènes*, *anthophores*, *osmies*, *anthocopes*, dont nous avons décrit les mœurs dans cette

REVUE (*Les hôtes de mon talus, les visiteurs d'un saule marceau, les instincts des hyménoptères*, etc.). La plus belle de ces espèces, qui est connue sur tout le littoral, où elle niche dans les vieux troncs d'oliviers ou les vieilles souches, est l'abeille charpentière *(Xylocope)*. Elle présente l'aspect d'un gros bourdon noir aux ailes bleu d'acier et plane en hiver sur les talus et sur les fleurs en compagnie du petit sphinx, commun l'été en Belgique, et appelé vulgairement papillon oiseau *(macroglossa stellatarum)*, dont la chenille vit sur le *caille-lait*. Les étonnantes manœuvres de cette abeille dans la construction de ses galeries et la disposition de ses œufs sont trop connues pour y revenir (Voir Milne Edwards, ZOOLOGIE, Chap. Insectes, hyménoptères).

On trouve aussi dans ces montagnes et sur le littoral des nids de frelons énormes admirablement construits et abrités par des murailles circulaires en carton tuyauté. Les guêpes ont inventé longtemps avant nous la fabrication du papier et de la pâte de bois qu'elles préparent en malaxant la cellulose avec leur salive alcaline. Ces guêpes frelons sont de véritables ogres pour les abeilles qu'elles capturent avec les bourdons. On a pu voir cet hiver exposé à la vitrine d'un grand journal niçois, un gigantesque nid de frelons qu'un apiculteur du cru disait être fabriqué « par *des bourdons* », « *avec de la terre* » !

En rectifiant cette double erreur dans les colonnes de ce journal (L'ÉCLAIREUR), nous avons signalé d'autres nids de guêpes sociales ou solitaires recueillis dans la montagne, qui forment d'élégantes amphores ou des coupes romaines *(polistes)*, remplies d'alvéoles en carton, renfermant chacune un œuf ou une larve à divers degrés de développement. Ces abeilles et ces guêpes sauvages ne le cèdent guère, on le voit, au point de vue de l'art et de l'industrie, aux abeilles domestiques chantées par Virgile.

Le soleil du Midi paraît exalter les propriétés venimeuses des glandes des insectes, comme des vipères et

des arachnides (1). Les scorpions noirs, que l'on capture en hiver sous les pierres jusque dans les jardins de Nice, sont cependant considérés comme inoffensifs ; mais nous y avons observé d'autres arachnides de grande taille qui jouissent d'une très mauvaise réputation, peut-être imméritée ; car l'imagination populaire attribue souvent à ces vilaines bestioles des morsures causées par des diptères, porteurs de microbes comme les moustiques des pays chauds, les mouches charbonneuses, les tiques (2) et les puces qui transmettent le microbe de la peste du rat à l'homme, ainsi qu'on l'a observé récemment encore à Marseille. Heureusement, les moustiques qui sont fort incommodes en été dans le Midi ne semblent guère colporter des microbes pathogènes sur le littoral français. La fièvre paludéenne n'y sévit guère et cependant on n'y prend aucune précaution pour entraver le développement des moustiques, comme on l'a fait avec tant de succès en Égypte.

Une communication récente du prince d'Arenberg à la *Société nationale d'Agriculture de France* prouve que l'on a réussi à combattre et même à supprimer la fièvre paludéenne au canal de Suez, en faisant disparaître les eaux stagnantes et en pratiquant le pétrolage des fossés.

Nous avons vu cet hiver, à Nice, un ecclésiastique atteint d'une vilaine plaie à la jambe, provoquée par la piqûre d'un insecte, qu'il disait être une araignée à ventre jaune, bien connue des montagnards, lesquels redoutent particulièrement son contact. Il serait intéressant de véri-

(1) Il en est de même pour les plantes dont les poisons et les essences sont plus violents ou plus actifs. Si les hauts plateaux des Alpes Maritimes *produisent des viandes exquises* (col de Tende) ou du lait si justement apprécié, il faut l'attribuer, croyons-nous, à la même cause.

Ces plateaux sont appelés à un grand avenir, parce qu'ils offrent en été un refuge aussi efficace contre les grandes chaleurs que nos stations du Nord et seront bientôt rendus aisément accessibles par les nouveaux chemins de fer qui relieront Nice à la Suisse par la ligne du Simplon (ligne de Nice à Novi en projet).

(2) Voir les dernières recherches du Dr Koch sur les tiques.

fier le fait. Tandis que chez les scorpions le venin est versé dans la plaie par les tenailles creuses de la queue, ce sont les mandibules qui remplissent cet office chez les araignées proprement dites ; elles possèdent au lieu de queue une vraie filière pour tisser leurs admirables filets servant à capturer les mouches. Ce qui démontre une fois de plus, comme le disait spirituellement un entomologiste d'outre-Rhin, que Dame Nature n'avait pas de manuel quand elle adaptait si ingénieusement les organes les plus divers aux mêmes fins, ou les mêmes organes aux fonctions les plus variées. Nous avons déjà fait remarquer ailleurs combien ces adaptations curieuses sont peu compatibles avec l'hypothèse Darwinienne (Voir ANNALES (1882), t. VI, seconde partie, p. 17).

Quand on voit dans une même famille de plantes ou d'animaux, un même organe remplir des fonctions différentes, parfois même opposées, selon les espèces, en présentant chaque fois de profondes modifications dans sa structure ; ou, inversement, les organes les plus différents s'adapter d'une façon parfaite à des besoins identiques, nous pouvons en conclure *avec certitude* l'existence d'une *intelligence créatrice* et *extrinsèque*, mais non des résultantes fatales de la lutte pour l'existence ou de la sélection naturelle.

III

Pour en revenir aux stations d'eau minérale de la Haute-Vésubie, si remarquables par leur faune et par leur flore, notons en passant que les thermes de Berthemont étaient déjà très appréciés des Romains, et valurent aux Niçois la cessation des persécutions, au IIIe siècle de l'ère chrétienne, après le martyre de saint Pons.

L'histoire rapporte que l'impératrice Cornélie Salonine, femme de l'empereur Gallien, ayant obtenu sa guérison à

la suite d'une cure d'air à Cimiez et d'une cure d'eau à Berthemont, combla le pays de ses bienfaits et mit fin au massacre des chrétiens, qui arrosèrent probablement de leur sang le cirque dont les ruines existent encore, vis-à-vis de l'hôtel *Regina*. Une inscription trouvée à Cimiez relate ce fait mémorable (1).

On trouve dans les environs de Nice, particulièrement à Beaulieu, surnommé la petite Afrique, des oliviers énormes, que la tradition fait remonter à l'époque des Carlovingiens. En tout cas, ces vieux arbres, qui avoisinent la propriété du roi des Belges dans la baie de Villefranche (cap Ferrat), furent témoins des grandes fêtes données dans ce port en 1538, à l'occasion de l'entrevue de Charles-Quint et de la reine Éléonore de France, sa sœur, épouse de François Ier. Un pont de bateaux de cinquante mètres de long, couvert de riches draperies, conduisait, dit la chronique, de l'embarcadère à la grande galère de Doria où la cérémonie devait avoir lieu. Malheureusement, le pont se rompit sous le poids des chevaliers et nobles dames et tout le cortège s'abîma dans les flots. Par miracle, on en fut quitte pour la peur car on parvint à repêcher les invités. Ce bain imprévu n'entraîna point d'accident, au contraire, car il faisait une telle chaleur au mois de juin que l'on avait dû faire provision de glace pour boire frais, « *chose non veüe ni oye en ce païs de Provence ou tout estoit rosti de chaleur* ».

Le château de Nice, qui constitue aujourd'hui une belle promenade plantée de platanes, de palmiers et de plusieurs espèces de conifères, et d'où l'on jouit d'une vue magnifique sur les Alpes et sur la baie des Anges, a subi de

(1) On a trouvé dans ce faubourg de Nice beaucoup d'antiquités romaines. En 1875, les fouilles ont mis à jour des thermes splendides, avec baignoires et dallages en marbres blancs et en mosaïques, colonnes de marbres verts, cimaises en marbre rouge, nombreuses statues, *caldarium*, *prœfurnium*, *lepidarium* et *frigidium* au complet.

Cimiez était alors une ville forte, une capitale de *Provence*, où passait la grande voie aurélienne qui allait de Rome en Espagne par la Corniche.

nombreux assauts depuis les temps les plus reculés; mais, à l'époque de Charles-Quint, il soutint un siège à jamais mémorable contre les armées réunies de Soliman II et de François Ier. La flotte turque était commandée par le terrible pirate Barbe-Rousse, bey de Tunis, la terreur de la Méditerranée. De nombreuses galères envahirent la baie des Anges et le port de Villefranche, le faubourg de Riquier fut pris d'assaut, la ville se rendit, et le château lui-même allait tomber sous les coups des assiégeants, lorsqu'une femme du peuple, une autre *Jeanne Hachette*, enflamma le courage des assiégés en capturant un étendard musulman. Elle s'appelait Catherine de Ségurane et portait, dit-on, le sobriquet de *dona maufécia*, à cause de sa laideur.

Le lecteur nous pardonnera cette digression en raison de l'intérêt historique qu'elle présente.

En 1538, le 31 mai, le pape Paul III et François Ier se rencontrèrent à Nice pour traiter de la paix. Une colonne et une croix de marbre perpétuent le souvenir de cet événement. Enfin, l'an 1706, le château de Nice fut pris et rasé par le duc de Berwick, après avoir reçu 60 000 boulets et 6000 bombes !

La flore des Alpes Maritimes a été très bien décrite par un Niçois, nommé Risso (*Flore de Nice*, 1844) et par Ardoïno.

Risso parvint à s'élever du rang de simple jardinier à celui de professeur du lycée de la ville et de membre de plusieurs académies savantes. Son ouvrage sur les poissons de la Méditerranée, classés selon Cuvier, est particulièrement recherché des amateurs (1). Il y a quelque temps

(1) Tous ceux qui ont visité le marché aux poissons de Nice et de Marseille sont frappés de la bizarrerie et de la richesse de formes et de couleurs de la faune ichtyologique de la Méditerranée. La mer d'azur semble avoir coloré ses hôtes de ses reflets irisés. Toutes les nuances du spectre se retrouvent sur les écailles de ces poissons, surtout de ceux qui servent à préparer la

son tombeau fut dévasté par un orage au grand cimetière du château où reposent les cendres de Gambetta. Les concitoyens de Risso tinrent à honneur de le réparer à leurs frais, et depuis lors un pèlerinage fut organisé chaque année sur sa tombe.

Il est peu de cités qui honorent à ce point la mémoire d'un simple naturaliste. On préfère généralement élever des monuments et des statues aux rhéteurs et aux grands capitaines, comme l'illustre Masséna, enfant de Nice, dont la statue décore la place qui porte son nom, au milieu du jardin public, établi sur le pont voûté du Paillon.

L'ouvrage d'Ardoïno *(La Flore des Alpes Maritimes)* est très complet et peut servir de *vade-mecum* aux excursionnistes dans la montagne.

Parmi les plantes que nous avons remarquées au cours de l'excursion de la Vésubie (1), quelques familles se distinguent par des espèces caractéristiques que nous énumérons à la fin de cet article.

Si les Niçois honorent les naturalistes de leur cité, ils semblent pourtant s'intéresser beaucoup moins à leur musée d'histoire naturelle, que nous avons trouvé dans un état lamentable. Dans le courant de cet hiver en effet, le plafond, qui laisse pénétrer les eaux de pluie, s'est écroulé en partie, brisant dans sa chute plusieurs vitrines d'étagères précieuses, où se trouvaient rangés des fossiles des environs, notamment les pièces recueillies dans les brèches du château par le célèbre Georges Cuvier.

Comme le faisait remarquer un journal du cru, cette négligence est d'autant plus inexplicable que le congrès

célèbre *bouillabaisse*. Cependant on a vu quelquefois la mer d'azur se ternir et devenir toute noire dans la baie des Anges, par le passage d'une légion de poulpes qui sécrètent de l'encre (céphalopodes).

(1) Une autre excursion que nous recommandons vivement aux botanistes, c'est celle de l'*anthion* dont les plateaux fertiles s'étendent à deux mille mètres de hauteur. Il y a déjà quinze ans que les Niçois avaient projeté la création d'une station d'été dans ce site enchanteur, mais la difficulté d'y acceder a paralysé jusqu'ici les capitaux.

d'anthropologie préhistorique se réunira l'an prochain sur le littoral.

Ce musée contient aussi une belle collection de champignons des Alpes Maritimes formée par un amateur de la région.

L'homme préhistorique a laissé de nombreuses traces tout le long de la Riviera, notamment dans les fameuses grottes de Menton, que nous avons visitées, et qui contiennent des débris des différentes époques et des différentes faunes quaternaires.

Nous avons visité également, dans les caves de l'église de Beaulieu, l'intéressante collection de fossiles et d'antiquités gallo-romaines formée sur place par M. l'abbé Cardon, propriétaire de grottes fossilifères en Dordogne, dans le voisinage de celles où l'on a découvert récemment de si remarquables dessins d'animaux préhistoriques, exécutés par l'homme contemporain du mammouth (janvier 1902, Acad. des Sciences de Paris).

Les haches polies trouvées en Provence sont extrêmement remarquables, parce qu'elles sont taillées dans les roches les plus dures des Hautes-Alpes (1). Notre ami le docteur C. Bamps en a recueilli des échantillons variés, au cours d'un séjour que nous fîmes ensemble dans le Midi en 1903.

C'est à cette époque que nous eûmes l'occasion de remarquer pour la première fois dans les gorges des Alpes Maritimes la différence extraordinaire qui existe au point de vue botanique entre les roches *eugéogènes* et *dysgéogènes* décrites par Thurmann, il y a un siècle ; les unes se décomposant facilement à l'air, les autres offrant une grande résistance aux agents atmosphériques.

La flore des premières est luxuriante, riche en plantes hygrophiles et présente plus d'espèces annuelles et sociales. Au contraire, la flore des roches *dysgéogènes* est plus

(1) Porphyre, mélaphyre, serpentine, jadéite, agate, etc.

pauvre en espèces, et présente des plantes plus petites mais plus robustes et plus d'espèces vivaces, elle est plus sensible à l'influence de l'altitude et accuse la prédominance des familles supérieures du règne végétal.

Les roches *dysgéogènes* présentent de grandes fissures verticales, par où l'eau s'écoule rapidement jusqu'aux assises inférieures imperméables (marnes et argiles), pour fournir des nappes et jaillir à la surface des vallées où ces assises affleurent ; tandis que l'eau séjourne longtemps dans les roches poreuses *eugéogènes* et descend lentement jusqu'aux roches dures, ou circule à leur surface pour jaillir en fontaine dans les dépressions.

C'est parce qu'il avait constaté la présence dans les roches eugéogènes de nombreuses plantes soi-disant caractéristiques des roches calcaires (1), que Thurmann avait fini par croire à l'influence prépondérante des agents physiques sur les agents chimiques dans la répartition de la flore. Un botaniste moderne ne s'y tromperait plus.

D'ailleurs, ce serait une erreur de croire que toutes les roches calcaires ne donnent qu'un sol maigre et peu profond, tandis que les roches d'origine siliceuse produiraient un sol humide et profond. C'est le contraire dans nos Ardennes et dans le Condroz, où, sur bien des points, on ne peut cultiver que l'avoine et la pomme de terre *(pire d'avone* en patois, c'est-à-dire *pierre d'avoine)*, résultant de la désagrégation des psammites ou des arkoses contenant du mica ou du feldspath, mais très pauvre en calcaire, tandis que certaines parties calcaires du Condroz présentent une flore très riche et des cultures plus variées. D'ailleurs, Thurmann reconnaît lui-même que, lorsque le calcaire devient détritique, il nourrit la flore de la silice.

Les botanistes modernes savent bien qu'il existe toute une série de plantes décelant à coup sûr la présence ou l'absence de la chaux ou de la silice. Ainsi, dans nos sables

(1) Par exemple dans les roches du Kaiserstuhl, près de Fribourg (Bade), roches dioritiques où dominent les pyroxènes, les dolérites, etc.

éocènes bruxelliens présentant tour à tour des grès calcareux ou siliceux, on voit la flore se modifier à quelques mètres de distance, et rien n'est plus tranché, par exemple, que la flore de notre Campine siliceuse et de nos dunes, où le calcaire des coquillages et autres organismes marins se mélange en diverses proportions avec le sable *panisellien*, analogue au *bruxellien*.

C'est encore une erreur de professer que les roches calcaires les plus dures en apparence ne sont pas perméables. Tel notre *petit granite* ou calcaire cristallin, qui constitue, au contraire, une roche très perméable à l'eau, quand elle est très fissurée ; aussi y observe-t-on souvent des infiltrations de liquides, comme le purin ou les eaux de lavage des minerais, à plusieurs kilomètres de distance, et le niveau d'eau s'y découvre fréquemment à la même hauteur que celui des cours d'eau avoisinants.

Nul n'ignore que les hydrogéologues, ou les *sourciers*, sont amenés souvent à la découverte des niveaux par l'inspection attentive de la flore et de ses modifications.

Puissent ces quelques observations éparses, notées au cours d'un séjour forcé sur la Riviera, suggérer des études plus complètes aux spécialistes, qui pourront explorer à loisir ces côtes bénies où le soleil va passer l'hiver (1) !

A. Proost.

APPENDICE

—

Herborisation des gorges de la Vésubie et du littoral méditerranéen

—

LABIÉES

Lavande, Romarin, Salvia horminoides.
Teucrium Polium, montanum, Marum.

(1) Voir notre chronique d'avril : *Hygiène et Agriculture.*

SCROPHULARINÉES

Digitalis ambigua, grandiflora.
Scrophularia vernalis et peregrina.
Veronica latifolia (rose), saxatilis (bleue).
Anthirhinum latifolium.
Euphrasia minima, Odontides lutea.
Hyssopus officinalis.

BORRAGINÉES

Lithospermum purpureo-cœruleum.
Myosotis alpestris.
Bourraches, vipérines et cynoglosses.

PAPILIONACÉES

Genista pilosa. Spartium junceum.
Calycotoma spinosa.
Cytisus triflorus.
Anthyllis barba Jovis.
Psoralea bituminosa.
Trifolium stellatum.
Lathyrus clymenum.

OMBELLIFÈRES

Laserpitum latifolium.
Orlaya maritima.

ROSACÉES

Rosa dumalis, glandosa, sempervirens.

CARYOPHYLLÉES

Silene italica, sericea, noctiflora.
Dianthus virgineus, liburnum.

RUBIACÉES

Rubia peregrina.
Galium verum, rubrum, megalospermum, Asperula Allioni.

SAXIFRAGÉES

Saxifraga pedemonta (rose).

RENONCULACÉES

Delphinium baldensis, Anemone baldensis.
Anemone stellata, panonica.
Aconit Anthora (jaune).
Nigella damascena.

CRUCIFÈRES

Diplotaxis erucoides.
Moricandia arvensis.
Matthiola sinuata, incana (Var. giroflée blanche de Nice).
Lepidium Draba.

COMPOSÉES

Centaurea axillaris (bleu d'azur), C. aspera.
Cineraria cordifolia, C. maritima.
Asteriscus spinonis, Chrysanthemum Myconis.
Inula viscosa (contre piqûres de vipères).
Echinops Ritro.
Hieracium strictum-Fries.
Senecio alpestris.
Hypocheris radiata, Urospermum Dalechampii.
Scolymus hispanicus.
Picridium vulgare.
Phagnalon saxatile et sordidum.
Galactides tomentosa.

—

Convolvulus althaeoides.
C. cantabrica, lineatus.
C. tricolor, siculus.
Campanula medium.

—

Iris germanica.
Gladiolus segetum.

LILIACÉES

Asphodelus albus.
Ornithogale narbonense.

Aphyllantes monspeliensis.
Hyacinthus orientalis.
Scilla italica, Allium neapolinum. A. roseum.

ORCHIDÉES

Barlia longibractea — Neottia et Epipactis nidus-avis.
Ophrys Bertholonii, Orchis papillonacea. Serapias lingua.

FAMILLES DIVERSES

Valeriana montana.
V. salicina.
Gentiana nivalis, G. campestris.
Dictamus albus.
Ruta bracteosa.
Fumaria capreolata.
Sedum altissimum.
Umbilicus pendulinus.
Erica arborea.
Osyris alba (Santalacée).

VARIÉTÉS

I

LA NOUVELLE MÉCANIQUE DU COLONEL HARTMANN

Depuis quelque temps, le colonel Hartmann, si avantageusement connu pour ses travaux sur les phénomènes d'écoulement dans les métaux soumis à des efforts (1), excite la curiosité par l'émission d'une nouvelle mécanique, qu'il qualifie d'objective et qu'il oppose à la mécanique classique. Après plusieurs exposés vraiment trop sommaires, le colonel Hartmann a développé les bases de cette mécanique devant la *Société française de Philosophie,* où il a trouvé pour lui répondre MM. Hadamard, Painlevé et Perrin. Malheureusement la discussion a été écourtée par le défaut de temps disponible ; mais l'exposé du colonel Hartmann n'en a eu que plus d'ampleur, et l'on peut désormais se faire une idée suffisamment nette de sa conception (2).

M. Hadamard, résumant ses impressions à la suite de l'exposé fait par le colonel Hartmann, s'est exprimé ainsi : " D'abord il m'a semblé que le système de M. Hartmann et la mécanique classique s'accordaient dans toutes leurs conséquences : c'étaient deux langues différentes pour dire les mêmes choses. Puis j'ai aperçu une nuance : M. Hartmann avait commencé par concevoir l'action (3) comme inhérente au corps ; mais voici que la quantité d'action d'un corps n'est constante que parce qu'elle est

(1) Revue d'Artillerie, 1896.

(2) Voir le Bulletin de la Société française de Philosophie, avril 1905.

(3) C'est un nouveau nom donné au produit mv, la quantité de mouvement des classiques.

constamment restituée au corps par le milieu... Enfin nous sommes arrivés à la partie objective du système, qui conduit à des conséquences positives distinctes et qui relève de l'expérimentation ».

Telles ont bien été à peu près aussi nos impressions à la lecture du BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHILOSOPHIE, et, pour plus de clarté, nous distinguerons ces différentes phases d'une façon peut-être un peu plus absolue que cela n'apparaît dans l'exposé du colonel Hartmann, où parfois un mot fait dresser l'oreille, n'étant pas en rapport avec la phase où l'on se trouve.

Les mouvements d'un système de points matériels s'expriment au moyen d'équations différentielles où ne figurent que les masses de ces points, leurs coordonnées avec leurs différentielles de différents ordres, le temps et des constantes. Quantités de mouvement, forces vives, forces ne sont que des fonctions de ces quantités fondamentales qu'il peut être plus ou moins avantageux de considérer, mais n'ont en principe aucun intérêt particulier.

La mécanique classique part de ce postulat qu'un corps qui n'est soumis à aucune force conserve un mouvement rectiligne et uniforme. Alors une force constante est la modification constante des circonstances déterminantes du mouvement de vitesse constante: elle détermine un mouvement d'accélération constante et a pour valeur $m\gamma$. Mais rien n'empêche de partir d'autres postulats.

Si, par exemple, on pose qu'un corps qui n'est soumis à aucune force conserve la position de repos, la force constante sera la modification constante des circonstances déterminantes de l'état de repos ; elle détermine un mouvement de vitesse constante et a pour mesure mv.

De même encore, nous pourrons dire qu'un corps qui n'est soumis à aucune force conserve un mouvement d'accélération constante, et alors une force constante déterminera un mouvement d'accélération seconde constante et aura pour mesure $m\gamma'$.

On pourrait continuer ainsi indéfiniment.

Il est clair que toutes ces conventions sont susceptibles d'exprimer les phénomènes, puisqu'elles se réduisent à appeler *force* une certaine fonction. Toute la différence pourra être que telle d'entre elles se trouve conduire à une expression plus simple des phénomènes, et ce serait bien le cas de dire avec M. Poincaré que l'une n'est pas plus vraie que les autres, mais qu'elle peut être plus commode.

Tout ceci n'est, à vrai dire, qu'un préambule mathématique, destiné à préparer l'exposé des idées propres à M. Hartmann. La mécanique classique admet qu'un corps en mouvement continue à se mouvoir si on le suppose sans relation aucune avec des agents extérieurs : c'est le douer d'une qualité réelle à la manière d'Aristote. Rejetant une telle conception, le colonel attribue cette conservation du mouvement à une cause physique due aux rapports du corps avec son milieu, le mouvement dérivant toujours d'une modification survenue dans ces rapports, et il désigne cette modification sous le nom d'*action*. Quand la vitesse est constante, l'action l'est aussi, et on voit qu'on peut la mesurer par le produit mv.

Cette action paraît au colonel Hartmann avoir une réalité objective complètement étrangère à d'autres fonctions, telles que mv^2, assertion qu'il justifie en disant que la somme d'argent qu'il a dans son porte-monnaie est une réalité, tandis que le carré de cette somme est une abstraction.

Cette prééminence attribuée au produit mv conduit à en faire la force, c'est-à-dire à se placer dans le système où un corps qui n'est soumis à aucune force est en repos. Mais alors, avait objecté M. Painlevé, l'état présent d'un système définit ses états futurs en fonction des seules positions de ses éléments, sans qu'il y ait à tenir compte des vitesses, ce qui est manifestement contraire à l'expérience. C'était interpréter le système de M. Hartmann selon sa première apparence ; en réalité, l'auteur y avait introduit ce qu'on est bien porté à considérer comme une sorte de correction, précisément destinée à prévenir cette objection.

" Ce qui détermine l'état de l'univers à un instant précis donné, dit-il, c'est la position des éléments qui le composent et leur action, donc aussi leur vitesse. „ S'il n'admet pas que l'action est inhérente aux corps en mouvement, il ne dit pas non plus qu'elle n'est constante que parce qu'elle leur est constamment restituée par le milieu ; mais il soutient qu'il s'agit d'un fait physique relatif, intéressant le corps qui se meut en même temps que son milieu, ce qui concorde avec les conceptions actuelles sur la chaleur. Considérant un élément matériel infiniment éloigné de tous les autres et placé dans un milieu identique dans toutes ses parties, il lui attribue une quantité d'action permanente, caractéristique de sa nature : il se meut dès lors d'un mouvement rectiligne et uniforme, avec une vitesse que l'on peut dire normale. Si on vient à modifier sa quantité d'action,

en rapprochant de lui d'autres points matériels ; puis, si ceux-ci sont écartés, la quantité d'action reprend au bout d'un certain temps sa valeur normale, après n'avoir ainsi subi qu'une variation temporaire, tandis que, d'après la mécanique classique, l'élément matériel garde indéfiniment la vitesse qui lui a été imprimée. On voit apparaître une divergence positive.

M. Hadamard a fait remarquer à ce sujet que les grandes perturbations éprouvées par les comètes fournissent l'exemple d'une impulsion supplémentaire qui se conserve ; à quoi le colonel Hartmann a répondu que, dans l'éther, la déperdition de l'action supplémentaire est assez lente pour qu'elles ne reprennent leur mouvement définitif qu'après un temps extrêmement considérable.

Poursuivant son exposé, M. Hartmann critique les notions de *travail* et de *force vive*. Pour la mécanique classique le travail élémentaire est Fde, tandis que la différentielle de la quantité d'action est Fdt ou $\frac{F}{v}de$. En d'autres termes, au lieu de prendre comme *travail élémentaire* l'effet réel subi par le corps, qui est la différentielle $\frac{dI}{dt}dt$ de la quantité d'action I, elle a pris cet effet multiplié par la vitesse, vdl, qui est la différentielle de $\frac{I^2}{2m}$ ou de la force vive $\frac{mv^2}{2}$, c'est-à-dire de pures abstractions au lieu de réalités concrètes.

C'est sur ce point qu'a eu lieu l'attaque la plus vive au point de vue expérimental : mais malheureusement la discussion a été écourtée et n'a pas abouti aux précisions nécessaires. M. Perrin posa la question suivante :

Si l'on reçoit un projectile dans un calorimètre à glace où il s'arrête, la quantité de glace fondue sera-t-elle proportionnelle à la vitesse ou à son carré ?

Il reconnaissait d'ailleurs que l'expérience n'avait pas été faite, mais il pensait pouvoir interpréter une expérience de Joule comme permettant de répondre dans le second sens, à quoi le colonel Hartmann a naturellement répondu par une interprétation différente : puis ce dernier a invoqué une expérience de M. Voigt, de l'Université d'Heidelberg, sur les mouvements de barres suspendues qui se choquent. Tandis que la loi de constance de la quantité de mouvement projetée était presque rigoureusement observée, celle de la force vive donnait lieu à des déchets notables et variant dans de larges limites. En vain M. Perrin objecterait-il que ces déchets s'expliquent par

les vibrations des barres, leur échauffement, etc., car, si M. Voigt avait pris des barres égales, les échanges de vitesse se seraient produits sans aucune déperdition : dira-t-on que, quand les barres sont identiques, il ne se produit ni vibrations ni chaleur ?

Il nous semble qu'on aurait pu opposer à M. Hartmann cette objection : comment se fait-il, si le travail est une pure abstraction, qu'une machine consomme une quantité de charbon proportionnelle ?

En résumé, nous ne croyons guère que tout cela aboutisse à une réforme de la mécanique ; mais il est toujours intéressant de voir critiquer les bases d'une science par des hommes compétents.

G. Lechalas.

II

LA CORÉE AUX JAPONAIS

Sur le bateau qui me transportait de Chémulpo à Kobé, écrit un voyageur, un pauvre Coréen, tout couvert de haillons, s'en vint par mégarde errer sur le pont réservé aux passagers de cabine. Un Japonais de l'équipage lui appliqua, sans autre forme de procès, une gifle retentissante et sans mot dire le Coréen déguerpit aussitôt ; il alla piteusement s'effondrer sur un ballot, près de l'écoutille où étaient parqués ses congénères. Ce Coréen était bien à ce moment l'image de sa pauvre patrie, le pays du Matin Calme envahi, conquis, exploité par les fils du Soleil Levant.

Après le Thibet, la Corée est le pays qui a le plus longtemps résisté à ce qu'on appelle la civilisation européenne : aux tissus de Manchester, à la quincaillerie allemande et aux ferrailles anglaises, aux alcools de Hambourg, au pétrole américain, etc. Enfin sous la pression de l'Europe, des États-Unis et du Japon, le Royaume-Ermite a ouvert ses ports au commerce étranger.

Depuis la fin du XIVe siècle, la Corée ne fut en réalité qu'une province chinoise. Elle possède, il est vrai, une certaine autonomie ; elle n'est pas exposée directement à la rapacité des mandarins du Céleste Empire, elle est exploitée, tondue par son roi, par ses nobles, par ses parasites de cour, mais elle paie à la Chine un tribut annuel et reconnaît la suzeraineté de la dynastie qui règne à Pékin. Ces liens de vassalité politique assez lâches

de leur nature, surtout dans un pays sans communications, sont resserrés par les relations économiques. La Corée produit le ginseng, plante médicale que les sorciers et les Esculapes chinois paient au poids de l'or (1). Cette source de revenus remplissait les caisses du Sire de Séoul qui s'était arrogé le monopole d'un produit aussi rémunérateur. Comme il est rare qu'une province chinoise n'ait pas à souffrir de la famine, le riz coréen trouvait un facile écoulement dans le Petchili ou le Shantoung. Par contre, la Corée offrait un débouché aux soieries chinoises et aux articles de métal.

Mais cette entente sino-coréenne, cette vassalité du Royanme-Ermite n'était pas si bien établie qu'elle ne donnât aux Japonais l'idée et l'envie d'intervenir. " Dans un temple de Kobé, les Japonais montrent encore le casque de leur impératrice Dzingou, qui soumit la Corée au temps où Dioclétien régissait l'Italie, et ils affirment que, seize ou dix-huit siècles durant, chaque année, l'ambassade coréenne apporta le tribut et l'hommage à la cour du Shogoun ou du Mikado „ (2). Aussi, dès 1868, le nouveau Japon réclamait, mais en vain, le retour de ces ambassades coréennes, qui, depuis 1830 environ, n'avaient plus franchi le détroit. Une fois son armée organisée, sa flotte équipée, le Japon perdit patience, d'autant plus que des considérations nouvelles le poussaient, le forçaient en quelque sorte à tirer son grand sabre, fiévreusement fourbi depuis trente ans.

Menacés d'étouffement dans leur archipel, les Japonais doivent émigrer (3). Malgré les soins de ces cultivateurs modèles, leurs

(1) Les Chinois considèrent le ginseng comme un élixir de longue vie et le présent le plus précieux et le plus flatteur qu'un haut fonctionnaire sollicitant sa retraite puisse recevoir de l'empereur ou de l'impératrice douairière consiste en quelques onces de ginseng qui symbolisent le prix que Leurs Majestés attachent à la prolongation de la vie de leur serviteur. Or, les Chinois proclament que le ginseng de Songdo (Corée) surpasse de beaucoup en qualité tous ceux d'Amérique et de Chine. Le prix moyen de la livre contenant 10 à 15 racines est de 6 yens environ. Les racines plus petites se vendent relativement moins cher. Elles n'en sont pas moins pour le cultivateur d'un revenu de 60 o o du capital engagé. — *Rapports Commerciaux ;* supplément du MONITEUR OFFICIEL DU COMMERCE, 1903, n. 210.

(2) Bérard, *La Révolte de l'Asie*, p. 279.

(3) La Corée est presque déserte ou du moins fort mal peuplée. Il ne semble pas que la péninsule ait actuellement plus de 10 000 000 d'habitants pour 220 000 km². Le Japon qui n'a pas une superficie double (380 000 km²) a une population quadruple ou quintuple. Or l'archipel japonais compte beaucoup de territoires inhabitables. Ainsi les

6 000 000 d'hectares cultivables et cultivés ne peuvent nourrir une population de 46 000 000 d'habitants. Plusieurs des jeunes industries japonaises ont souffert déjà de la surproduction ; le marché intérieur est encombré et pour le dégager il faut à tout prix conquérir les marchés voisins encore disponibles (1).

Or, au delà du Pacifique, les États-Unis et l'Australie se ferment à l'immigration jaune. Le nord de l'archipel nippon est trop froid pour les habitants du centre et du sud. Formose, le lambeau qui leur est resté de leur conquête de 1894, a des côtes insalubres et des districts montagneux trop étendus. " Si l'élément indigène des tribus sauvages ne dépasse pas 100 000 personnes, l'élément chinois compte 3 000 000 de têtes. Cette île fiévreuse ne peut convenir aux Japonais. „ C'est la Corée qu'il leur faut. Climat, agriculture, débouchés, tout convie les Japonais à s'en rendre maîtres.

Située à la même latitude que la Grèce, l'Algérie, la moitié sud de l'Espagne, la Corée est loin de jouir d'un climat aussi tempéré que celui de ces pays. Elle n'a pas la douceur du climat italien, bien que Séoul soit plus méridionale que Rome, bien que Fusan soit à la latitude de Madère. Grâce aux eaux qui l'entourent presque entièrement et aux courants chauds du Kuro-Sivo qui longent ses côtes, le pays du Matin Calme jouit d'un climat se rapprochant plus de celui du Japon que de celui de la province chinoise du Chantoung. Comme le Japon, la Corée est refroidie par le vent glacial de la Mandchourie et réchauffée par les brises chaudes de la mer. Elle connaît les durs hivers asiatiques, les neiges, les fleuves glacés et les températures de — 20°. Elle connaît aussi les étés orageux, lourds, pluvieux, et les températures de + 30°, + 35° à l'ombre. Comme au Japon, le printemps et l'automne surtout forment la plus belle partie de l'année. Japonais du Nord, Japonais du Sud peuvent donc y habiter et s'y établir. Aussi 30 à 50 000 Nippons sont fixés en

100 000 km² de Yeso (un cinquième de la France, un tiers de la Grande-Bretagne) n'ont que 62 000 habitants, mais les îles Kiousion, Sikok et la bande occidentale de Nippon ont 160, 180, 190 habitants au km².

(1) " In der Japanischen Industrie macht sich, wie der Handelssachverständige beim Kaiserlichen Deutschen Generalkonsulate in Shanghaï berichtet, seit einigen Monaten ein starkes Ausfuhrbedürfnis geltend. Dies kommt u.-a. darin zum Ausdruck, dass die Japanischen Fabrikanten sich veranlasst sehen, für den Absatz ihrer Erzeugnisse nach China die Vermittlung in Ostasien ansässiger europäischer Firmen in Anspruch zu nehmen „ (Export, 8 juin 1905).

Corée avec leur famille sans esprit de retour. " Notre navire contenait beaucoup de Japonais se rendant en Corée. On sait les efforts du gouvernement pour encourager cette émigration. Une loi récente oblige tout navire se rendant du Japon en Corée à transporter 70 hommes et 30 femmes. Parmi les passagers de notre bâtiment, il y avait plusieurs familles d'émigrants, et quelques femmes allant rejoindre leurs maris déjà installés... Tous les Japonais qui se trouvaient à bord, appartenaient sous une forme ou sous une autre à la grande armée d'invasion et d'occupation pacifiques, qui tente tranquillement d'absorber la Corée dans l'Empire du Japon...

„ Des milliers de Coréens travaillent à Fusan sous la surveillance japonaise ; on bâtit des quais, des jetées, afin que les navires puissent charger et décharger directement. De profonds creusages et de nombreux tassements sont ici nécessaires, mais le travail se fait bien et coûte peu... Les Japonais ont réussi à achever tous les meilleurs emplacements qui touchent à la voie ferrée et déjà, près du point terminus, au centre même du port, une ville japonaise imposante a surgi... Vous ne trouverez plus aujourd'hui à acheter un emplacement pour une habitation ou pour un magasin ; tout est entre les mains des Japonais. Il y a bien de nombreux édits qui interdisent aux étrangers d'acquérir des terrains en Corée ; néanmoins les Japonais possèdent à peu près le tiers de la propriété immobilière à Séoul, près de la moitié à Chémulpo et une portion considérable dans trois autres grandes villes. Le Coréen, en général, est un individu imprévoyant qui vit dans un état d'impécuniosité chronique. Il est toujours disposé à contracter un prêt à n'importe quelle condition. Les titres de maisons et de terrains sont des pièces transférables, la possession du titre avec la prise de possession du terrain fait, d'après la loi, le prêteur propriétaire. Le Coréen accepte, par exemple, un prêt de six mois. Plein de confiance, insouciant plutôt, il promet de payer à l'échéance. Celle-ci s'amène et avec elle le Japonais qui a en mains, en garantie, le titre de propriété. L'argent n'est-il pas prêt ? Tout d'abord le Japonais se contente de forts intérêts, mais il ne s'en tient pas là et tôt ou tard s'implante dans la maison, fait appeler la police et chasse le Coréen (1) „.

La Corée doit être pour les Nippons un grenier de riz et de légumes. C'est en Corée, d'ailleurs, que le Japon en temps de

(1) G. Lynck. *The Path of Empire.* Trad. Giluncy.

disette est toujours assuré de trouver un secours. " Au Japon la non-réussite des récoltes de riz est toujours due à un excès d'humidité. les pluies continuelles y formant des torrents qui détruisent tout sur leur passage. En Corée, au contraire, où les cours d'eau sont relativement peu nombreux, où l'irrigation est sinon inconnue, du moins à l'état embryonnaire. une année

humide est toujours une année d'abondance. La situation des rizières, installées sur les pentes douces et s'étageant les unes au-dessus des autres, est admirablement comprise pour débarrasser le sol de toute la quantité d'eau inutile. (1) „ La Corée pour une contrée asiatique est plutôt à l'abri des inondations et des cyclones toujours redoutés au Japon. En outre, ses côtes offrent aux Japonais ichtyophages des pêcheries inépuisables ; les sardines coréennes sont exportées à Moji, à Shimonoseki, partout, pour la fumure des rizières et pour l'alimentation des grandes villes industrielles comme Osaka.

(1) *Rapports commerciaux*, 1903, nº 210.

L'envahissement de la Corée par l'élément japonais, et l'exportation des produits agricoles ouvrent aux industries japonaises un excellent débouché :

Commerce de la Corée avec les pays voisins

	Importation	Exportation (1)
Chine	5 600 000	800 000
Japon	9 000 000	7 500 000
Mandchourie russe.	26 000	300 000 (2)

Voici les articles que les industriels et les commerçants japonais écoulent surtout en Corée :

Tissus de coton blancs (3)	1 400 000	yens en 1901
Filés de coton	1 350 000	"
Tissus de coton couleurs ou autres . .	1 400 000	"
Objets en fer	300 000	"
Saké	220 000	"
Cuivre	150 000	"
Cigarettes	300 000	"
Charbon	200 000	"
Sacs	400 000	"
Allumettes, etc., etc.	300 000	"

(1) Il est extrêmement difficile de se rendre compte de la provenance et de la destination des marchandises enregistrées par les douanes de Corée. Elles ne tiennent compte ni des provenances d'origine ni des destinations finales. Elles n'enregistrent que le nom du premier port que doit toucher le navire en partance ou celui du dernier port où a relâché le navire qui arrive. Aussi, les statistiques des douanes ne donnent-elles que trois pays de provenance et de destination : Chine, Japon, Mandchourie russe.

(2) La situation économique de la Corée, dit le rapport de la commission des douanes, s'est beaucoup améliorée en 1904, grâce aux excellentes récoltes qui ont été vendues aux Japonais et aux Russes. Les troupes japonaises stationnant en Corée ont laissé beaucoup d'argent aux Coréens, soit sous forme de salaires payés aux coolies, soit sous forme d'argent payé pour des denrées alimentaires vendues à des prix très élevés. D'autre part, la main-d'œuvre coréenne a été très demandée et largement rémunérée grâce aux travaux du chemin de fer de Séoul à Fusan et de Séoul à Wiju.

(3) " Le blanc domine dans le costume coréen. Vestes, pantalons, souliers, bonnets sont dans la campagne d'une blancheur éclatante et les citadins portent tous le pardessus de toile flottant, blanchi, empesé, lustré par les soins des épouses. Les rues de Séoul ont tous les jours

La prépondérance indiscutable du commerce japonais en Corée repose d'ailleurs sur une base très solide : proximité des marchés ; bas prix des marchandises ; similitude de race et de langage ; gloire militaire et mainmise sur les voies de communication.

A ce point de vue, le tableau suivant est intéressant :

Navires entrés dans les ports coréens en 1902

Pavillons	Unités	Tonnes
Allemand.	1	1 300
Américain	91	2 000
Anglais	4	2 000
Coréen.	1 480	178 000
Chinois	339	3 500
Japonais	3 420	940 000

Si l'on compare ces chiffres à ceux des années précédentes, il ne faut pas perdre de vue que si les progrès de la marine marchande du Japon peuvent paraître en Corée relativement modérés par rapport à ceux de certains autres pavillons, ils n'en restent pas moins très remarquables par leur continuité. Ces progrès se sont affirmés d'une manière aussi méthodique que continue. Depuis l'ouverture du Royaume-Ermite aux relations étrangères le pavillon japonais a non seulement détenu le premier rang dans les " ports à traité „ de la péninsule, mais il a laissé tous les autres bien loin derrière lui. Tout porte à croire que la première place ne lui sera pas disputée de sitôt (1).

De toutes les compagnies qui desservent la Corée, la plus importante est sans contredit la *Nippon Yusen Kaisha* (Japan Mail Steamship C°), compagnie japonaise subventionnée par le gouvernement mikadonal pour le transport de la poste. Elle prend à Anvers le fret pour la Corée à des prix défiant toute

un air de fête grâce à ces vêtements clairs, et les Coréens le savent bien : la moitié de leur gaieté serait détruite s'ils cessaient de s'habiller en blanc.

„ ..... Aussi loin qu'il s'expatrie, le Coréen garde son costume blanc. Au bord de l'*Amour*, quand on découvre un potager et un jardinier tout enfariné qui arrose ses choux, ce planteur est sûrement un Coréen. A Vladivostok, au milieu des casques ternes des Chinois et des pelisses russes, les habits blancs des Coréens détonnent joyeusement. „ G. Ducrocq, *Pauvre et douce Corée*, p. 13.

(1) *Rapports commerciaux*, 1904, n° 328.

concurrence et elle a sur tous ses rivaux l'immense avantage d'avoir un service à la fois direct et régulier. Elle dessert Kobé, Moji, Nagasaki, et les ports du Petchili, Tchefou, Takou, Newchwang après avoir touché à Fusan et à Chemulpo. Une autre de ses lignes dessert la côte orientale de la Corée par Fusan, Wonsan et Vladivostok.

La compagnie japonaise *Osaka Shosen* relie les mêmes ports. Fusan est encore port d'attache des bâtiments de deux autres compagnies japonaises, l'*Okya Steamship C°* et la *Tsushima Fusan Steam Navigation C°*. Une cinquième compagnie japonaise a Mokhpo comme port d'attache, la *Hori Steamship C°*.

Les seules lignes étrangères qui desservent la Corée sont la *Hamburg-Amerika* (Canton-Shanghaï-Chemulpo) et la compagnie de l'*Est Chinois*. La *Peninsular and Oriental*, les *Messageries Maritimes* et les autres compagnies n'ont pas de service direct : elles déchargent à Kobe ou à Nagasaki les marchandises en destination de Fusan et de Chemulpo.

Outre ces lignes de navigation, les Japonais détiennent aussi les grandes voies de communication intérieures. Accordée en 1897 au directeur de l'*American Trading Company*, James Morte à Yokohama, la concession du chemin de fer de *Séoul à Chemulpo* passa deux ans plus tard à un syndicat japonais, composé de riches capitalistes, entre autres des barons Schibuwasa et Iwasaka. En 1900, les 42 kilomètres de la voie ferrée étaient livrés à l'exploitation (voir la carte p. 595).

Les chiffres du trafic de la ligne pendant les deux premières années donnent une idée assez exacte de la facilité avec laquelle les Coréens ont adopté le nouveau mode de locomotion :

1900	215 700	voyageurs, et	10 800	tonnes de marchandises.
1901	354 600	»	20 000	» »

Pour les touristes et pour ceux qui arrivent de l'étranger, un trajet de 1 h. 45 minutes pour couvrir 42 kilomètres doit faire l'effet d'une vitesse bien modérée, mais deux nouvelles locomotives, provenant des *Baldwin Works* de Philadelphie, permettent actuellement d'accélérer l'allure de quelques trains. Autrefois il fallait deux jours pour envoyer par chariots le moindre colis à Chemulpo (1).

Fusan-Séoul. Dès le mois de septembre 1901, le syndicat

(1) Depuis février 1903, la ligne a été rachetée par la Compagnie japonaise du Fusan-Séoul.

chargé de la construction de cette grande ligne commença les travaux. Malgré la guerre, la ligne est complètement terminée depuis le commencement de 1905 ; en 10 ou 12 heures le voyageur franchit les 470 kilomètres à la vitesse de 28 milles à l'heure. Le pays traversé est généralement d'origine granitique, mais la région entre Séoul et Yong-San sur une distance de 100 milles est formée d'argile sans pierres à la surface. A partir de Yong-San, on rencontre en abondance des rochers, des massifs pierreux. Entre Oackan et Fusan, le sol est entièrement recouvert de pierres sans la moindre parcelle de terre. Trente et un tunnels d'une longueur totale de 40 000 pieds ont été construits. Les ponts les plus longs ont été ceux de Naktong et de Keum-Kang : le premier mesure 1400 pieds, le second 1200. La ligne est à l'écartement de 4 pieds 8 pouces, au lieu de 3 pieds 6 pouces comme au Japon.

La section *Séoul-Wiju-Liao-Yang* forme le complément nécessaire de la ligne Fusan-Séoul. Une compagnie française en avait reçu la concession en 1896, mais deux ans plus tard les travaux furent abandonnés et le gouvernement coréen tenta d'achever lui-même le tronçon commencé. De suite à court d'argent, il chargea les Japonais de la construction de la ligne. La voie ferrée suit la route mandarine de Séoul à Pékin, la seule qui en Corée mérite le nom de route. Terminée récemment, cette ligne d'une importance capitale pour les opérations des armées nipponnes était encore, en février 1905, coupée au Taidong-Kiang en deux tronçons distants l'un de l'autre de 90 km. Le pont à jeter sur ce fleuve à Phong-jang a offert de grandes difficultés aux ingénieurs japonais, mais actuellement troupes et voyageurs traversent en wagon les 900 km. qui séparent le Yalou du port de Fusan.

Les Japonais ont aussi commencé la construction de la ligne *Séoul-Wönsan* (225 km.) ; cette voie sera livrée à l'exploitation dans les premiers mois de 1906. Le petit embranchement reliant le port de Masanpho à la grande ligne centrale est actuellement terminé.

Fusan et Masanpho sont les meilleurs ports de l'extrémité sud de la Corée : ils sont larges, profonds, accessibles même en hiver aux grands navires. Leur hinterland est riche en coton, en céréales, en tabac, en minéraux. De Fusan à Shimonoseki les bons vapeurs traversent le détroit en 9 heures. Quand le transcoréen fera 60 km. à l'heure, le trajet Liao-Yang-Fusan demandera à peine 12 heures de plus que le voyage Liao-Yang-Dalny. C'est là une circonstance qui empêchera probablement Dalny de

devenir un jour le centre et la métropole commerciale qu'avaient rêvée les Russes. Les voyageurs préféreront descendre de leur *sleeping-car* à Fusan et éviter ainsi la traversée pénible de la mer Jaune trop souvent houleuse et agitée. Les marchandises choisiront Fusan comme port distributeur et comme entrepôt. Dalny est éloigné de tous les grands ports et ne se trouve sur la route d'aucune ligne régulière de navigation.

Si l'on compare Shimonoseki ou Kobé à Londres, Fusan par sa situation rappellera plutôt Anvers ou Hambourg et Dalny St-Pétersbourg : comme la capitale de la Néva, la ville du Liao-Toung est située dans une zone trop éloignée des grands courants commerciaux. L'escale de Fusan, au contraire, n'entraîne aucun détour. Les paquebots et les cargo-boats du service d'Extrême-Orient peuvent, à la rigueur, supprimer l'escale de Nagasaki : cette place n'a plus l'importance qu'elle avait autrefois, elle est complètement éclipsée par Kobé et Yokohama. Les navires ne s'y arrêtent que pour faire du charbon. De Shanghaï ils se dirigeront donc sur Fusan, ce qui n'entraîne aucun détour ; Shimonoseki est même plus proche de Fusan que de Nagasaki de 60 km. environ, et Fusan peut devenir facilement un port charbonnier. Si l'escale de Nagasaki subsiste, si Fusan devient une escale nouvelle et supplémentaire, le voyage s'allonge tout au plus de 20 km. Mais toucher Dalny, c'est un détour de plus de 1000 km. et Dalny a derrière lui un concurrent sérieux dans Newchwang (1). Situé à l'embouchure du Liao, Newchwang est l'entrepôt naturel de la Mandchourie. Son commerce dépasse de loin celui de Dalny et il est peu probable que Dalny, emporium artificiel et récent, situé à l'extrémité d'une presqu'île montagneuse et accidentée, puisse supplanter une place dont le courant séculaire du commerce, les considérations géographiques et économiques ont fait l'entrepôt naturel des immenses régions mandchouriennes. Comparez Moji et Shimonoseki à Londres, Fusan ne sera pas seulement le Calais ou l'Ostende du détroit coréen, mais à la fois port de passagers et de marchandises. Dalny sera peut-être un port de passagers, un Boulogne par exemple.

Ces considérations n'ont pu échapper aux ingénieurs ni au gouvernement japonais, et l'on comprend la hâte fébrile et l'em-

(1) " On dit que Dalny, jadis intenable à cause des vents de suroit, est envahi par les glaces depuis que les ingénieurs russes l'ont fermé d'une digue. „ V. Bérard, *La Révolte de l'Asie*, p. 324.

pressement qu'ils mettent à s'emparer de ce pays qui deviendra pour eux un excellent grenier, un débouché absolument nécessaire et une source de revenus. Il est réservé à la sagacité du comte Katsura et de ses conseillers de profiter de ces circonstances de nature à fortifier en Asie la position prépondérante du jeune Empire mikadonal.

J. CHARLES.

III

LES POSITIONS FORTIFIÉES DE LA MEUSE

La prise récente de Port-Arthur, forteresse construite avec tous les perfectionnements de l'art moderne et défendue par des troupes solides, nombreuses et bien conduites, a donné une nouvelle actualité à l'organisation de nos places fortes. Nous nous proposons de présenter quelques considérations sur les positions de Liège et de Namur, au sujet desquelles les avis sont très partagés.

Au point de vue général de l'art de la guerre, nous examinerons brièvement les éléments constitutifs de la fortification permanente et les chances de les détruire que possède l'attaque ; au point de vue particulier des places de la Meuse, nous exposerons les moyens tactiques dont elles disposent et le rôle stratégique que l'on peut, éventuellement, en exiger.

I

Les places fortes modernes à grand développement abritent presque toujours des villes importantes. Elles sont composées, dans leur partie permanente, d'une ceinture de forts susceptibles de défense individuelle, dont la distance à l'agglomération varie de six à huit kilomètres ; parfois elles possèdent, en outre, une enceinte fortifiée.

La distance de deux forts voisins doit être telle que leurs bouches à feu à tir rapide ou accéléré puissent battre efficacement la moitié de l'intervalle qui les sépare (1). Dans l'état

(1) Le major du génie Deguise, professeur à l'École militaire de Belgique, veut même que certaines pièces dites *Traditores* puissent tirer efficacement à 500 mètres en avant des forts collatéraux.

actuel de l'artillerie, on peut admettre qu'elle est de trois à cinq kilomètres, ce dernier chiffre se rapportant à un terrain plan théorique. Les ouvrages permanents assurent leur défense individuelle par l'infanterie, les mitrailleuses et l'artillerie à tir rapide. Ils renferment en outre quelques bouches à feu de calibre moyen (de 120^{mm} à 220^{mm}), dont le but est d'agir à grande distance, d'assurer éventuellement la défense des intervalles et des abords de la fortification, et enfin de seconder les forts voisins dans les moments critiques.

La précision du tir et les formidables effets des projectiles obligent les défenseurs à s'abriter d'autant plus complètement que le fort, par son site relativement élevé et son emplacement connu, offre une véritable cible aux assaillants. Les moyens de protection employés de nos jours sont la cuirasse métallique et le béton. La cuirasse, généralement en forme de coupole, couvre les bouches à feu ; le béton, sous une épaisseur de 2^{m},50, assure la sécurité des locaux et des communications.

Entrons un instant dans un fort moderne (1).

A peine avons-nous franchi la grille d'entrée que, sur un signe de l'officier qui nous accompagne, le sol se creuse derrière nous ; nous tenterions vainement de revenir sur nos pas : un fossé de quatre à cinq mètres de largeur et de profondeur, que nous avons traversé sur un pont roulant, nous coupe la retraite, et l'infanterie, prête à faire feu par des meurtrières, achève de rendre toute fuite impossible. Devant nous est une petite fenêtre mesurant un demi-mètre carré ou même moins : c'est l'embrasure d'un canon ; celui-ci tirerait à mitraille sur l'assaillant qui serait parvenu à franchir la poterne, malgré les obstacles accumulés à l'entrée.

A droite et à gauche se développe le grand fossé circulaire, large de vingt mètres au moins, clôturé extérieurement par la contre-escarpe, énorme ceinture monolithique de béton mesurant cinq mètres de hauteur. En temps de guerre, ce grand fossé serait couvert de petits obstacles compris sous l'expression générale de " défenses accessoires ", destinés à retarder la marche et à forcer ainsi l'assaillant à s'exposer au feu pendant un temps plus considérable. Ce fossé pourrait, en outre, être complètement battu par des canons de petit calibre à tir rapide. Ces pièces tirant indifféremment à boîtes à balles et à obus en

(1) Il s'agit dans ce qui suit d'un fort construit en site élevé, dans un terrain où l'on n'a pas rencontré la nappe aquifère.

acier, sont capables de détruire tous les moyens de passage tentés par l'ennemi pour pénétrer dans le fort. Autrement dit, en langage technique, ces bouches à feu assurent le *flanquement des fossés.*

Pénétrons dans le fort. Nous parcourons de longues poternes reliant entre eux les différents locaux : habitation des hommes, bureaux, magasins et services divers. On nous montre des approvisionnements de vivres pour plusieurs semaines, conservés en permanence pour parer à une surprise éventuelle et ne devant servir qu'au moment où toute communication extérieure serait devenue impossible ; on nous fait admirer de longues séries d'artifices, d'outils, d'engins de tous genres, soigneusement classés et étiquetés ; plus loin nous rencontrons des ateliers, une boulangerie, un lazaret et même un cimetière provisoire. Nous visitons ensuite les installations électriques, les phares qui permettent de fouiller le terrain, pendant la nuit, dans un rayon de plusieurs kilomètres ; les tourelles pour bouches à feu de calibre moyen, auxquelles on s'est efforcé de donner les plus petites dimensions compatibles avec les nécessités du service. Nous voyons encore les tourelles à éclipse, ainsi nommées parce qu'en temps ordinaire elles sont cachées dans un massif de béton, au-dessus duquel elles ne se soulèvent qu'au moment du tir ; ces tourelles abritent des canons à tir rapide destinés à battre les abords immédiats. Puis viennent le service téléphonique et le bureau de tir dans lequel le commandant d'artillerie du fort peut, sans quitter ses cartes et ses documents, diriger le feu de toutes ses pièces. Enfin la visite se termine à ciel ouvert par les terre-pleins de combat pour l'infanterie.

Théoriquement, quelques bouches à feu à tir rapide sous coupole produisent sur les colonnes assaillantes un effet de destruction aussi grand que des pelotons d'infanterie répartis sur les fronts de défense. Il ne faut cependant pas exagérer cette équivalence, car, si on peut égaler un canon ou une mitrailleuse à une section de trente-cinq fantassins au point de vue de l'effet destructeur ; si on peut vanter la supériorité de la machine sur l'homme parce qu'elle échappe à l'influence du moral, on ne peut oublier que la mise hors de combat d'un homme ne diminue pas la force défensive de plus d'un trente-cinquième, tandis que la mise hors de service, même momentanée, d'une coupole la réduit à zéro. Les probabilités de cet événement ne sont d'ailleurs pas si petites qu'il ne faille compter avec elles.

Trois ou quatre cents hommes sont nécessaires à la défense

du fort. On les a recrutés autant que possible dans le périmètre de la place, en les choisissant de préférence parmi les ouvriers de métier. Les services sont prévus si minutieusement dès le temps de paix que, peu de jours après le décret de mobilisation, le fort pourra donner à peu près le maximum de son rendement.

En général, " dans un siège, les forts permanents du front de défense ne constituent plus, comme par le passé, les seuls objectifs de l'attaque. L'adoption du tir à shrapnel et des obus à mélinite a eu pour conséquence de reporter, à l'extérieur des forts, la plus grande partie de la grosse artillerie qu'ils abritaient et d'organiser, dans les intervalles ou en avant des forts, de nombreuses redoutes pour infanterie. Dans ces conditions, l'assaillant se trouve en présence d'une véritable *ligne fortifiée* qu'il lui faut rendre intenable sur tout le front par la supériorité de son feu et aborder ensuite partout où il a pu s'ouvrir des chemins praticables à travers les défenses de cette ligne (1) ".

Une place forte comme Anvers obligerait l'assaillant à un tel déploiement de moyens d'attaque qu'aucun de nos deux puissants voisins ne pourrait, avec le matériel que nous lui connaissons, conduire simultanément à bien plus de deux sièges de cette importance, sans être contraint à dégarnir les places de la mère patrie, comme cela se fit en 1870 (2).

Évidemment les positions de la Meuse ne nécessiteraient pas un effort aussi considérable, par suite du rôle spécial qu'elles sont destinées à jouer et de la modicité des ressources de notre petit pays. L'effort principal de l'attaque devrait se porter sur les ouvrages permanents. Bornons donc ces considérations sur la guerre de siège à l'attaque d'un fort constitué, armé et équipé comme nous l'avons dit plus haut.

Un siège se résume dans l'association de procédés méthodiques et de moyens énergiques. Jusqu'en ces derniers temps, l'esprit d'offensive avait fait donner la préférence, par beaucoup d'auteurs, à une action de vigueur. L'assaillant tenterait de s'emparer d'un ouvrage isolé ou d'une partie du périmètre défensif d'une place à forts détachés, sans s'astreindre à passer par toutes les phases d'une attaque régulière, notamment, sans avoir

(1) *Instruction française du 4 février 1899 sur la guerre de siège.* Avant-propos.

(2) La Prusse, au moment de la mobilisation, ne disposait que de 288 pièces desservies par l'artillerie de siège. A la fin de la guerre, les Allemands avaient amené en France 801 pièces qui avaient tiré 973 901 projectiles.

fait brèche à travers les obstacles de la fortification. L'origine de cette conception remonte à 1871.

Des officiers d'artillerie allemands, qui avaient pris part à différents sièges, avaient préconisé l'adoption de moyens permettant aux armées de campagne d'exécuter des attaques brusquées contre les forts d'arrêt ou les places à simple enceinte. Petit à petit, on en était arrivé à se persuader que les forteresses actuelles, avec leur garnison peu solide et leurs forts éloignés les uns des autres, pouvaient être enlevées par des moyens expéditifs. De là l'adjonction de pièces de fort calibre aux armées de campagne, pour leur permettre de s'emparer des places d'arrêt sans devoir attendre l'arrivée des équipages spéciaux d'artillerie. De nos jours, avant le siège de Port-Arthur, les avis étaient partagés ; les partisans du principe allemand étaient encore nombreux et l'exagéraient même ; les instructions françaises étaient moins catégoriques, et mesuraient les chances de réussite à de très sévères conditions : grande supériorité numérique, ouvrages facilement abordables et mal organisés, garnison peu nombreuse et démoralisée, enfin ressources en artillerie insuffisantes.

Les faits se sont chargés, à Port-Arthur, de mettre les choses au point. Il reste établi que l'attaque de vive force, dans laquelle l'ennemi cherche à acheter la victoire au prix de vies humaines, ne peut réussir contre une position défensive moderne, tant que l'action de l'infanterie n'a pas été longuement préparée par celle de l'artillerie (1). Or, la marche à l'assaut d'un fort peut être entravée par le tir des bouches à feu sous coupole, les défenses accessoires, les organes de flanquement et le tir de l'infanterie. Tels sont donc les quatre objectifs dont l'artillerie de l'attaque doit essayer de venir à bout.

Pour détruire les coupoles, il faut avoir recours à des bouches à feu de fort calibre. Les Français vont jusqu'à prévoir l'installation de canons de 220^{mm} et peut-être de mortiers de 270^{mm}. On peut cependant admettre que l'attaque des cuirassements soit tentée avec des canons de 150^{mm} et des mortiers de 210^{mm}.

(1) Le général Von Saüer, dont le nom se rattache à cette conception tactique, a été l'objet de nombreuses critiques à la suite de l'insuccès des attaques des Japonais à Port-Arthur. Il faut cependant se demander si le général eût maintenu ses idées après la substitution de l'acier et du béton à la brique et à la terre dans la construction des fortifications modernes. De plus, il faut se garder d'accorder absolument à nos places le bénéfice des conclusions déduites du siège de Port-Arthur.

Pour le tir des canons, une coupole à deux pièces ne présente pas, en réalité, un but ayant plus de trois mètres de largeur et trente-cinq centimètres de hauteur, parce que le projectile ricoche, si l'angle formé par la trajectoire et le but au point de chute est inférieur à 30° environ. Un canon de 150^{mm}, placé à 1500 mètres du but, dans le même plan horizontal que celui-ci, et dont le tir est réglé, a moins de quinze chances sur cent de donner un coup favorable. La position dominante des forts, qui a pour corollaire l'installation des batteries de l'attaque en contre-bas, diminue considérablement ce rapport.

Le même but présentera au tir du mortier des dimensions vulnérables plus grandes par suite de la verticalité de la trajectoire, mais les chances de coups heureux ne seront pas plus nombreuses, parce que la justesse de tir de cette espèce de bouche à feu laisse encore énormément à désirer. On trouve à ce sujet dans les règlements français (1) des chiffres très éloquents : à 3000 mètres, et dans un tir exécuté sous l'angle de 45° sur une coupole de 4^{m},60, la proportion de coups au but se réduit à 3 % pour le mortier de 220^{mm}. C'est peu, et cependant il est vraisemblable que ces chiffres, basés sur les expériences de polygone et les données des tables de tir, ne tiennent pas suffisamment compte des erreurs provenant de la surexcitation morale des servants.

L'emploi simultané des deux genres de pièces conduit à la méthode suivante qu'on a préconisée. On tirera avec le mortier contre le massif de béton qui entoure la coupole, de façon à creuser, à l'avant, une sorte de tranchée, puis, au moyen du canon, on attaquera la cuirasse par la base.

Pour se faire une idée juste de la valeur de cette méthode, il ne suffit pas de tenir compte uniquement de la chance d'atteindre le but ; il faut aussi compter avec l'action destructrice individuelle des projectiles. Que vaut-elle ? Un obus allongé de 220^{mm}, tiré sous l'angle de 45°, produit, dans une plongée en béton, une excavation en forme d'entonnoir ayant un diamètre de 2^{m},20 et une profondeur de 0^{m},96 ; pour qu'elle puisse être notablement approfondie par les coups suivants, il faut que les points de chute se distribuent de telle façon que les débris de béton tombent hors de l'entonnoir.

Quoi qu'il en soit, si l'on tient compte de la rotation de la

(1) *Instruction provisoire sur le service de l'artillerie dans la guerre de siège*, 20 octobre 1904.

coupole, de la nécessité d'obtenir plusieurs atteintes à la même place avant de pouvoir percer le cuirassement, de l'activité des défenseurs et de l'obligation pour l'assaillant de venir installer ses batteries de destruction à une portée très efficace de l'artillerie de la défense, on en arrive à cette conclusion que pour mettre une coupole complètement hors d'usage, il faut un nombre de projectiles considérable et un temps très long.

Ce n'est pas tout. La destruction de l'artillerie de gros calibre ne diminue pas sensiblement la puissance défensive individuelle de l'ouvrage. Il faut, pour amoindrir celle-ci, s'attaquer aussi aux autres objectifs que nous avons signalés : les défenses accessoires, les organes de flanquement, les troupes de fantassins. C'est le but que l'assiégeant assigne à d'autres batteries. Encore, pour ce qui est des coupoles à éclipse, il semble en principe qu'il faille renoncer à les atteindre autrement que par un projectile de hasard, à cause de leurs dimensions réduites (1).

Comme toujours, l'infanterie doit couronner l'œuvre de l'attaque. Sa mission est double : assurer la protection de l'artillerie par l'établissement d'une ligne de retranchements défensifs et se porter en avant, se rapprocher de plus en plus de son objectif jusqu'à s'en emparer. Le sapeur creuse les tranchées profondes à l'abri desquelles la marche méthodique peut se faire, et le mineur chemine sous le sol pour atteindre la contre-escarpe et renverser celle-ci dans le fossé, si la brèche n'a pas déjà été faite par le tir de l'artillerie. Lorsque tous les moyens de défense ont été considérablement réduits, le moment est venu pour le fantassin de se lancer à l'assaut. Ce n'est plus, pour le fort, qu'une question de jours, d'heures peut-être : un assaut sera refoulé, puis un autre ; mais en viendra un, plus furieux, mieux préparé que les précédents, et l'ouvrage tombera aux mains de l'assaillant.

Toutefois, ce ne sera là qu'une phase de la lutte gigantesque; celle-ci continuera jusqu'à ce que la place ait épuisé ses derniers moyens ou qu'une armée de secours soit venue la libérer.

(1) Le matériel de siège allemand comprend, paraît-il, un canon de 50mm à tir rapide et à grande vitesse initiale. La réduction du calibre de cette bouche à feu est compensée par une vitesse plus grande dans l'expression de la force vive au moment du choc. Ce canon, placé à courte distance et facilement dissimulé dans un pli de terrain, ne se tiendra-t-il pas prêt à ouvrir le feu dès qu'une coupole fera mine de se soulever ?

II

Les positions fortifiées de la Meuse comprennent les places de Liège et de Namur, et le fort de Huy. Ce dernier étant de construction ancienne, nous ne le citons que pour mémoire.

La question de savoir s'il fallait, oui ou non, défendre le passage de la Meuse n'offre plus, en présence d'un fait accompli, qu'un intérêt très secondaire. Nous ne nous y arrêterons pas, et nous aborderons immédiatement l'examen du pouvoir défensif des places de Liège et de Namur. Examinons d'abord les éventualités que l'avenir peut réserver à l'emploi de ces forteresses.

Par suite de leur proximité de la frontière, Liège et Namur sont toujours menacées d'une attaque immédiate, pouvant même précéder une déclaration de guerre. Les événements du 8 février 1904 à Port-Arthur sont venus, à cet égard, enlever tout doute à ceux qui en conservaient encore. Mais il peut se faire que ces places aient été renforcées par une partie de l'armée de campagne belge ou même par un détachement de troupes étrangères, puisqu'il est admis que, si notre neutralité était violée par un des belligérants, nous deviendrions, par le fait même, alliés de celui qui l'aurait respectée.

L'examen de chacune de ces hypothèses pourrait donner lieu à des constatations très intéressantes ; mais la première seule, celle où la place est laissée à ses propres ressources, nous occupera. C'est le cas le plus défavorable et il ne nécessite pas une détermination d'effectifs difficile à fixer même très approximativement.

La quantité des troupes affectées d'une façon permanente, en temps de guerre, à chacune de nos positions fortifiées de Namur et de Liège ne nous est pas connue exactement. Mais les ressources dont le gouverneur militaire dispose lui permettront, en toute hypothèse, de faire occuper les forts par quelques détachements d'infanterie et d'artillerie, tout en conservant à sa disposition une réserve mobile. Avec cette réserve, composée de troupes de toutes armes, le gouverneur pourra repousser les incursions partielles de détachements ennemis à l'affût de renseignements. Il pourra aussi arrêter sous le feu des ouvrages les effectifs plus considérables qui seraient employés pour une tentative d'assaut contre une portion de la ligne des points d'appui. Mais pourra-t-il, avec ces seuls effectifs, supprimer les grands avantages qu'un envahisseur, décidé à se servir de notre

petit pays comme ligne de communication, retirerait de l'utilisation de nos ponts permanents : gagner du temps et multiplier les moyens de passage ?

Il aura toujours l'infériorité numérique, ce n'est pas contestable ; par contre, il luttera sur un terrain qu'il aura eu le loisir de faire sien. D'ailleurs, on ne lui demandera pas une résistance de longue haleine : il faudra maintenir l'assaillant pendant un temps suffisant pour que les secours puissent arriver.

Les frontières sont proches et nous obligent à être constamment sur nos gardes, c'est vrai; mais, leur proximité même nous permet d'espérer une aide immédiate. Nos voisins ont établi à nos frontières un nombre considérable de pigeonniers militaires ; il semble donc que, si un conflit éclatait entre eux, l'un et l'autre se tiendraient en arrêt, prêts à pénétrer chez nous si l'intérêt les y amenait ou dès que l'un d'eux aurait pris les devants.

En supposant même que la nécessité de résister seuls pendant un temps plus long s'impose à nous, ne perdons pas de vue que la marche d'un corps d'armée n'est pas sans présenter de grandes difficultés. Le nombre de routes que ses impedimenta lui permettent d'utiliser est restreint, et comme ces impedimenta sont indispensables à son existence, il doit renoncer à la possibilité de traverser les intervalles des ouvrages sans donner l'éveil et sans être inquiété par les défenseurs.

Or, la longue portée des pièces modernes permet la concentration des feux de quatre forts en un point quelconque du terrain ; les forts les plus éloignés atteignent par leurs feux les ponts mêmes de la ville ; un sous-officier, guetteur intelligent, peut souvent, comme l'expérience des manœuvres le démontre surabondamment, suivre de loin une troupe en marche, et renseigner très exactement les commandants de fort sans être inquiété et sans que sa communication téléphonique soit interrompue. Enfin, les points remarquables du terrain sont repérés de telle façon qu'il soit possible d'ouvrir le feu dès que l'ennemi y est signalé. Affirmera-t-on qu'il soit possible de faire avancer une troupe et des colonnes de voitures par des chemins battus méthodiquement par les shrapnels de la défense, non seulement lorsqu'il s'agit de pénétrer dans la place, mais encore quand il faut en sortir ? On cite, dans les récits de la campagne de Bonaparte en Italie, la désorganisation produite à Rivoli dans une colonne entière par l'explosion intempestive d'un caisson d'artillerie. Et cependant, l'effet moral ne dut pas être comparable à celui qui se produirait sur l'esprit des hommes, s'ils voyaient,

éparpillés le long de la route, des camarades frappés par les projectiles meurtriers et s'ils pouvaient s'attendre à voir eux-mêmes, à chaque instant, s'abattre la mort sur leur tête.

L'introduction d'une artillerie lourde dans les armées de campagne, et l'intention non dissimulée de l'employer à l'attaque des forts d'arrêt confirment ces idées. Nous avons déjà dit ce qu'on pouvait prévoir quant à l'issue d'une tentative d'attaque de vive force contre des ouvrages modernes pourvus d'une bonne garnison. Il nous suffit d'ajouter que, grâce au travail des états-majors de position, l'étude de la défense est sortie de la période des tâtonnements pour entrer dans celle de l'organisation rationnelle. Enfin, depuis 1880, date de la construction des forts, les ingénieurs militaires n'ont présenté que des idées peu différentes de celles qui ont présidé à la conception de nos places de la Meuse. On peut donc affirmer que l'envahisseur verrait sa marche arrêtée pendant un temps assez considérable, même si la place se trouvait obligée de se défendre avec ses effectifs organiques, condition désavantageuse entre toutes. Dès lors, il devrait se résoudre à respecter notre neutralité ou à passer à côté de nos places.

On objectera peut-être que, grâce à leurs villes frontières, Givet et Maubeuge, les Français pourront s'avancer sur l'une et l'autre rive de la Meuse et de la Sambre ; et on verra dans le déclassement des places de Venloo et de Maestricht l'intention de nos voisins du nord de ne point s'opposer au passage d'une armée allemande par le Limbourg hollandais. Les belligérants, évitant les positions de la Meuse, se rencontreraient sur la rive gauche de celle-ci : mais alors l'envahisseur aurait un de ses flancs menacé par les troupes opérant sur la région d'Anvers, tandis qu'il devrait préserver l'autre des attaques de troupes débouchant de Namur ou de Liège. Ou bien la rencontre se produirait sur la rive droite, dans le Luxembourg, et, dans ce cas, ne pourrions-nous pas nous approprier les raisonnements qu'on prête aux Hollandais et sacrifier provisoirement une partie de notre territoire au maintien de notre indépendance ?

On aura beau discuter ces questions, les éléments contradictoires ne manqueront jamais. Le seul moyen de mettre tout le monde d'accord serait... de tenter une expérience.

Souhaitons qu'elle ne se fasse jamais.

E. J.

BIBLIOGRAPHIE

I

Cesaro (E.). — Elementares Lehrbuch der algebraischen Analysis und der Infinitesimal-Rechnung mit zalhreichen Uebungsbeispielen. Un vol. in-8° de 894 pages.— Leipzig, Teubner, 1904.

Cet ouvrage est divisé en sept livres :

1. Théorie des déterminants. Formes linéaires et quadratiques. — 2. Nombres irrationnels. Limites. Séries et produits infinis. — 3. Théorie des fonctions. — 4. Nombres complexes et quaternions. — 5. Équations algébriques. — 6. Calcul différentiel. — 7. Calcul intégral.

Comme on le voit, si on laisse de côté les livres 1, 4 et 5 consacrés à l'algèbre proprement dite, on retrouve les matières habituelles de nos traités de calcul différentiel et intégral. L'ouvrage de M. Cesaro est rédigé d'après un programme analogue à celui de notre candidature en sciences physiques et mathématiques, mais les matières sont généralement traitées avec une ampleur qui dépasse un peu ce cadre. Il faut toutefois faire exception pour la théorie des équations différentielles que l'auteur expose en quarante pages à la fin du livre, avec une sobriété qui peut paraître assez peu en harmonie avec le reste. Il semble que l'auteur ait été arrêté par la crainte de trop grossir son volume déjà considérable. Ce n'est donc pas dans le traité de M. Cesaro qu'il conviendra d'étudier les équations différentielles. Mais, cette réserve faite, disons tout de suite que l'ouvrage est excellent et appelé à rendre les plus grands services aux maîtres et aux élèves. M. Cesaro nous avertit lui-même dans sa préface qu'il donne dans son enseignement moins d'importance aux

principes qu'aux applications. Cette appréciation, que nous ne discuterons pas, explique la manière dont le livre est rédigé. L'exposition des principes est toujours faite avec une extrême concision. Cette concision, qui ne porte atteinte ni à la rigueur ni à l'intégrité de la théorie, est le résultat d'un travail de condensation considérable et le lecteur exercé reconnaît facilement dans l'extrême correction des énoncés le fruit d'une érudition étendue et d'une grande somme de réflexions personnelles. Il ne faut pas se dissimuler cependant que cette concision, qui donne parfois l'impression d'un simple résumé, est de nature à arrêter plus d'un débutant. Mais ce qui est un inconvénient pour les uns peut devenir un avantage pour les autres, et le livre de M. Cesaro servira d'*Aide-mémoire* extrêmement utile pour ceux auxquels les théories sont déjà familières.

Nous n'avons pas remarqué que M. Cesaro ait apporté de contribution personnelle dans l'exposition des principes, et, de fait, il ne fallait pas s'y attendre après l'opinion que nous avons rapportée plus haut. La véritable originalité du livre se trouve dans le choix des applications, dans l'abondance et la richesse des résultats mathématiques dont l'ouvrage est rempli. L'auteur a voulu, nous dit-il, conduire vite et sûrement le lecteur à une abondante moisson de faits d'analyse et de géométrie. Il a su éviter l'écueil auquel il était exposé, celui de faire une simple compilation. Les exemples sont aussi variés que bien choisis, non seulement très utiles à connaître par eux-mêmes, mais propres à mettre l'imagination en éveil et à guider les élèves dans l'art si difficile des transformations analytiques. Ces exemples sont choisis non seulement de manière à éclairer les différentes théories, mais ils établissent entre elles des rapprochements inattendus et, dans la manière dont l'auteur sait les *mettre au point*, on reconnaît aisément la main d'un mathématicien consommé. Souhaitons donc que le livre ait beaucoup de lecteurs pour recueillir la moisson que M. Cesaro leur a réservée.

C. de la Vallée Poussin.

II

Œuvres de Laguerre, publiées sous les auspices de l'Académie des Sciences, par MM. Ch. Hermite, H. Poincaré et E. Rouché, membres de l'Institut. Tome II : Géométrie. Un vol. in-8° de 715 pages. — Paris, Gauthier-Villars, 1905.

Un premier volume des Œuvres de Laguerre (1), paru en 1898, contenait ses travaux relatifs à l'Algèbre et à l'Analyse ; le second a trait à la Géométrie. Il est d'une étendue sensiblement supérieure au précédent. Bien que son génie fût également à son aise dans les diverses branches des Mathématiques pures, et qu'il les ait dotées toutes de découvertes vraiment capitales, c'est sans doute à la Géométrie que Laguerre revenait avec une prédilection plus marquée après y avoir débuté, alors simple écolier, avec un éclat dont l'histoire de la science ne perdra pas le souvenir.

Cette *Note*, par laquelle le jeune élève de l'Institution Barbet se signalait à l'attention du monde savant en dévoilant le mystère qui entourait encore la transformation homographique des relations angulaires, mystère devant lequel Poncelet et Chasles s'étaient arrêtés, cette *Note* se retrouve en tête du volume que nous avons aujourd'hui sous les yeux, et elle ne perd rien à se trouver ainsi rapprochée des œuvres élaborées par l'éminent géomètre en la pleine maturité de son talent. On ne peut même manquer d'être frappé par l'originalité, la profondeur, l'élégance, la sobriété, la justesse d'expression qui se rencontrent dès ce premier essai pour se continuer dans les œuvres subséquentes, sans que le lecteur puisse soupçonner qu'un intervalle de douze ans, consacrés avec zèle à la carrière des armes, ait tenu l'auteur complètement éloigné de la science. Lui est-il, en réalité, resté tout ce temps-là absolument étranger ? Sans doute il n'en a pas fait l'objet de son application constante, mais nous croirions difficilement qu'aux heures de loisir que lui laissait son service, dans une garnison perdue au fond de la province, il n'y eût pas attaché de temps en temps ses méditations, entraînant en quelque sorte son esprit aux brillantes conquêtes qui devaient, pendant la seconde partie de sa carrière, jeter sur son nom un lustre impérissable.

Par cette *Note* qui remplissait d'étonnement les maîtres les plus réputés de la science, Laguerre préludait à une série de travaux, qui, en se groupant en un ensemble harmonieux, tiennent une large place dans son œuvre générale ; nous voulons parler de ceux qui visent l'emploi des imaginaires en géométrie. Certes, Laguerre avait été précédé dans cette voie par d'illustres précurseurs, parmi lesquels il nous suffira de citer Poncelet et Chasles. Mais il a su donner à la méthode une souplesse et une

(1) Voir la Revue de janvier 1898, p. 247.

généralité qui ont permis d'en étendre grandement l'usage. C'est, en particulier, à Laguerre qu'est due la notion si féconde des droites isotropes, devenue aujourd'hui si parfaitement classique qu'on a quelque tendance à en oublier l'origine. Il en a fait la base d'une élégante théorie des foyers dans les courbes planes, d'où est sortie la distinction essentielle entre les foyers ordinaires et les foyers singuliers ; elle lui a permis notamment de jeter un jour nouveau sur les propriétés des courbes anallagmatiques de Moutard, quartiques ayant les ombilics pour points doubles. Laguerre a d'ailleurs étendu ces considérations d'une part à la géométrie de la sphère, de l'autre à celle de l'espace, en introduisant la notion de la conique ombilicale, des cônes et des plans isotropes. Il a, en outre, imaginé un mode de représentation des points imaginaires du plan et de l'espace, qui semble bien le plus simple et le plus naturel de tous ceux qui pourraient être proposés, attendu, d'une part, qu'il comporte la représentation de tout point réel par ce point lui-même, et, de l'autre, qu'il est indépendant du choix des axes de coordonnées, en sorte qu'on peut le dire bien *purement géométrique*.

Laguerre a fait preuve d'un génie non moins inventif dans le domaine des applications géométriques de l'Analyse que dans celui de la Géométrie pure. Et ici, il convient de distinguer dans son œuvre deux parts distinctes : l'une ayant trait aux applications du calcul intégral et prenant sa source dans l'interprétation géométrique de l'intégration de certaines équations différentielles, celle d'Euler notamment ; l'autre s'attachant à dégager les conséquences géométriques de la théorie des formes, développée, par la plupart des mathématiciens qui s'en sont occupés, à un point de vue plutôt algébrique. Il a d'ailleurs, dans cet ordre d'idées, fait un usage systématique de ce qu'il a appelé l'*équation mixte* d'une courbe, qui n'est autre que la relation entre les coordonnées d'un point et les coefficients angulaires des tangentes que l'on peut, de ce point, mener à la courbe. Une telle équation joue, en particulier, un rôle considérable dans l'étude des singularités des courbes planes de quatrième classe.

Parmi les recherches particulières de Laguerre qui rentrent dans cette catégorie il convient de citer celles, d'une grande importance intrinsèque, qui se rapportent d'une part à la surface réciproque de celle de Steiner (surface du 3e ordre contenant les six arêtes d'un tétraèdre), de l'autre aux normales aux courbes et surfaces du second ordre ; non content, à l'occasion de ces dernières, de retrouver par une voie nouvelle les célèbres théo-

rèmes de Joachimsthal, il y joint une contribution personnelle non moins élégante.

Bien que la Géométrie infinitésimale semble avoir sollicité d'une façon moins suivie l'attention de Laguerre, les incursions qu'il a faites en son domaine l'ont mis à même d'en rapporter un butin d'une admirable richesse. Le théorème par lequel il a fait voir que toute courbe de Bertrand peut être considérée comme la ligne de striction d'une surface gauche applicable sur un hyperboloïde de révolution, et réciproquement, peut donner ici la mesure de son ingéniosité ; mais sa puissance d'invention se révèle surtout dans l'introduction de certain élément infinitésimal lié aux normales d'une courbe gauche et dont il a tiré un parti vraiment imprévu en caractérisant de façon directe les lignes (cubiques, biquadratiques gauches, géodésiques) qui peuvent être placées sur une quadrique. Il faut noter aussi que la théorie générale des lignes géodésiques lui est redevable de plusieurs propositions d'une rare élégance.

Enfin la question si délicate des signes en géométrie, qui a particulièrement sollicité l'esprit pénétrant de Laguerre, l'a conduit, par la considération de lignes munies de sens (semi-droites, cycles,...), à créer cette géométrie spéciale dite, d'après lui, de *direction*, où il a multiplié les manifestations de son extrême ingéniosité. Le grand géomètre n'a d'ailleurs pas dédaigné de s'attacher au côté élémentaire du sujet, et la *transformation par semi-droites réciproques* est venue ajouter à la géométrie élémentaire un des chapitres les plus intéressants dont elle se soit enrichie dans la période moderne. Rappelons en passant l'élégante solution fournie par cette transformation pour le problème du cercle tangent à trois cercles donnés, réduit par elle à la simple construction d'un cercle passant par trois points.

Ajoutons que le volume se termine par un Mémoire dont l'insertion avait été oubliée dans le Tome I et qui a trait à la réduction en fraction continue de l'intégrale d'une équation linéaire à coefficients rationnels.

Le court aperçu qui précède sur l'œuvre géométrique de Laguerre ne peut prétendre qu'à en rappeler les grandes lignes. Il faut se reporter au texte même de l'auteur pour goûter, comme il convient, la perfection de la forme unie à la beauté et à la solidité du fond. Aucun géomètre n'a répandu, avec plus de profusion que Laguerre, des théorèmes d'une suprême élégance relatifs à des objets particuliers, tout en les rattachant à des idées directrices à la fois profondes et originales ; nul n'a uni une plus

parfaite ingéniosité à une plus grande pénétration. Il a été de ceux qui, dès la première heure, s'affirment comme des maîtres et qui, une fois disparus, continuent à rayonner sur la science. A une heure où l'incontestable et primordial intérêt de la théorie des fonctions absorbe de façon peut-être un peu exclusive les efforts des nouveaux venus dans le champ de la recherche scientifique, on pourrait recommander à quelques-uns d'entre eux de s'adonner à l'étude de l'œuvre de Laguerre, particulièrement aux Français que doit séduire le clair génie de l'illustre géomètre, marqué au coin de leur race. Le fonds d'idées créé par ce génie est loin d'être épuisé ; il peut encore promettre de riches moissons.

M. O.

III

Leçons de Mécanique céleste, professées à la Sorbonne par H. Poincaré, membre de l'Institut, professeur à la Faculté des Sciences de Paris. Tome I : *Théorie générale des perturbations planétaires.* Un vol. in-8° de 365 pages. — Paris, Gauthier-Villars. 1905.

Dans *les Méthodes nouvelles de la Mécanique céleste* M. Poincaré a magnifiquement synthétisé tous les progrès réalisés par l'Analyse moderne dans l'étude des mouvements planétaires, progrès qui lui sont dus pour une grande part. Mais cet ouvrage ne peut être abordé avec fruit que par des lecteurs déjà rompus aux méthodes fondamentales de la Mécanique céleste.

En publiant ses leçons de la Sorbonne, l'éminent géomètre a voulu offrir aux travailleurs, sous une forme qui porte d'ailleurs bien aussi sa marque personnelle, un exposé didactique de ces méthodes fondamentales. Il ne s'est d'ailleurs pas astreint, comme Tisserand dans son magistral Traité, à suivre en quelque sorte pas à pas le développement de la pensée des fondateurs de la doctrine. “ J'ai, dit-il dans son Introduction, été plus droit au but ; le chemin suivi par nos devanciers n'a pas toujours été le plus direct ; en pareil cas, j'ai coupé au court ; je me privais ainsi de tout ce qu'ils avaient vu en route et qui souvent était plein d'intérêt ; mais je n'avais pas à le regretter, puisque Tisserand nous l'avait montré. „

A dire le vrai, l'exposé ainsi repris par M. Poincaré à son point de vue propre, a tout l'attrait de la nouveauté. Nul de ceux que retient l'étude de la Mécanique céleste n'échappera à cette impression ; tous auront profit à se rendre compte de la marche particulière imprimée aux idées par un esprit aussi puissant que celui de l'auteur, pour qui, quel que soit le sujet qu'il aborde, les travaux de ses prédécesseurs semblent n'avoir servi qu'à poser des jalons, entre lesquels il chemine par des voies bien à lui. Dans l'exposé d'un sujet quelconque, M. Poincaré, seulement guidé par les résultats acquis avant lui, et qu'il étend en général par une forte contribution personnelle, sait toujours faire œuvre de réelle invention. Par là, son nouvel ouvrage se recommande non seulement aux étudiants cherchant à s'initier à la science, mais encore aux hommes d'étude, qui s'y sont dès longtemps adonnés ; en raison de son originalité, il sera même pour ceux-ci d'une saveur toute particulière.

Sous le titre : *Principes de la Dynamique*, le Chapitre I ne traite " ni des fondements expérimentaux ni des principes philosophiques de la Mécanique, mais uniquement de certaines transformations analytiques, dont la connaissance est indispensable à celui qui veut étudier la Dynamique. Ce sont celles qui ont fait l'objet des célèbres *Vorlesungen über Dynamik* de Jacobi ". Elles visent, comme on sait, les systèmes canoniques, auxquels elles conservent la même forme.

Le Chapitre II est consacré au problème fondamental de la Mécanique céleste : *le problème des trois corps*. Après avoir indiqué les intégrales simples et classiques qu'il comporte (forces vives ; aires), l'auteur montre comment la propriété du centre de gravité permet de réduire le nombre des variables indépendantes, tout en conservant aux équations leur forme canonique ; le problème se trouve ainsi ramené à l'étude du mouvement de deux planètes fictives, mathématiquement définies. Cette réduction, opérable d'une infinité de façons, soulève une discussion que M. Poincaré développe de façon magistrale et qui l'amène à fixer son choix sur un changement de variables, d'une interprétation géométrique simple, qui conserve aux équations du mouvement la forme canonique, sans altérer la forme des intégrales des aires, et grâce à laquelle l'expression de l'énergie cinétique en fonction des masses et des vitesses fictives est la même qu'en fonction des masses et des vitesses réelles.

Le cas où l'une des masses est assez petite pour que les effets en puissent être entièrement négligés, ce qui revient pratique-

ment à la tenir pour nulle, est, en raison de son importance pratique (perturbation d'une petite planète par Jupiter ; mouvement de la Lune), traité à part de façon détaillée. Le mouvement de l'une des planètes fictives est alors képlérien.

Lorsque le mouvement relatif de la grosse planète par rapport au Soleil est képlérien, et qu'il a lieu sur une ellipse dont l'excentricité est négligeable, on tombe sur le *problème restreint* dont les particularités sont mises en évidence par l'auteur.

M. Poincaré s'étend enfin sur les propriétés de la *fonction perturbatrice*, examinant à part ce qui a trait au cas spécial de la Lune.

Il ne fait que mentionner la méthode usuelle par laquelle les astronomes ont coutume de rapporter l'une et l'autre planète au Soleil, méthode qui a, aux yeux de l'analyste, l'inconvénient de ne conserver ni la forme canonique des équations ni celle des intégrales des aires. Pour le détail de cette méthode, il se borne à renvoyer le lecteur à l'ouvrage de Tisserand.

Vu l'importance qu'il présente à titre de première approximation, le *mouvement elliptique* doit tout d'abord faire l'objet d'une étude particulière. Il peut, comme on sait, être facilement traité par des méthodes élémentaires ; mais, en vue des développements ultérieurs, l'auteur l'aborde dans le Chapitre III, par la méthode de Jacobi, dont il a exposé les principes au Chapitre I.

L'équation de Jacobi ayant été transformée en coordonnées polaires, l'auteur en effectue élégamment l'intégration et fixe la signification des formules obtenues, pour en déduire ensuite celles du mouvement képlérien. Il aboutit ainsi à la définition soit des *éléments elliptiques*, les plus familiers aux astronomes, soit des *éléments canoniques*, qui prévalent aux yeux des analystes.

Ayant obtenu les formules qui lient d'une part les coordonnées de l'astre mobile, de l'autre les projections de sa quantité de mouvement, aux éléments canoniques, M. Poincaré aborde la question capitale du développement de ces coordonnées en séries dépendant de ces éléments, et, par des considérations non moins ingénieuses que savantes, arrive rapidement à fixer la forme de ces développements.

Sous le titre de *Principes de la méthode de Lagrange*, le Chapitre IV vise le calcul des éléments osculateurs. Il aboutit à l'intégration des équations du problème par approximations successives pouvant s'effectuer au moyen de simples quadratures, avec évaluation de l'erreur commise sur les inconnues à

chaque approximation. Il est remarquable d'ailleurs que, tout en développant sa théorie pour le cas du changement de variables qu'il a adopté comme fondamental, l'auteur indique, chemin faisant, comment l'analyse se modifierait pour d'autres modes de transformation, et notamment pour celui qui constitue la méthode usuelle des astronomes.

Dans le Chapitre V : *Application de la méthode de Lagrange*, sont effectuées les quadratures requises par les approximations successives précédemment définies. La forme des termes ainsi obtenus fait l'objet d'une discussion approfondie et donne lieu à une classification rationnelle soit au point de vue de la périodicité *(termes périodiques, séculaires purs* et *séculaires mixtes)*, soit à celui de l'*ordre*, du *degré*, du *rang* et de la *classe*.

L'examen des termes introduits par la deuxième approximation conduit l'auteur à une démonstration simple du célèbre théorème de Lagrange sur l'invariabilité des grands axes. Il démontre ensuite, sur l'impossibilité d'avoir des termes de rang négatif, d'importantes propositions, qui restent vraies à tous les degrés d'approximation.

Le Chapitre VI, qui traite de *transformations diverses des développements*, est d'essence plus particulièrement analytique. Les développements précédemment obtenus y sont transformés de façon que les inconnues se présentent sous forme de fonctions de trois variables jouissant de propriétés spéciales. Il convient de noter l'habile façon dont sont surmontées les difficultés tenant au défaut de convergence absolue des séries employées.

Le problème restreint, traité à fond, fait l'objet du Chapitre VII. Ayant formé les équations canoniques relatives à ce cas particulier, équations où n'interviennent que quatre inconnues, M. Poincaré développe la solution dans le cas de $2n$ variables, pour faire voir ensuite comment les résultats s'en appliquent au problème qu'il a en vue. Le fait capital ainsi mis en évidence tient à la disparition, dans les développements, des termes séculaires.

Revenant au cas général du problème des trois corps, il expose, au Chapitre VIII, la *théorie élémentaire des perturbations séculaires*. Le problème réside dans la recherche des termes de *rang nul* des développements. Ainsi que le remarque l'auteur, " l'importance de ce problème ne peut échapper à personne, puisque c'est de ces termes de rang nul que dépendra la configuration du système solaire dans un avenir éloigné ". La recherche de ces termes revient, en effet, à celle des variations séculaires des excentricités et des inclinaisons. On ne saurait, en

lisant ce chapitre, se lasser d'admirer la maîtrise de l'auteur pour qui les plus subtiles difficultés de l'analyse ne semblent qu'un jeu. Il montre d'ailleurs que la solution du problème dépend d'équations canoniques, qui sont de même forme que celles rencontrées à propos du problème restreint, ce qui lui permet, au Chapitre IX, de donner une *théorie complète des perturbations séculaires.*

Revenant, dans le Chapitre X, au *cas général du problème des trois corps*, il montre que dans les développements les plus généraux offerts par ce problème, on peut, par des procédés analogues à ceux employés dans le cas du problème restreint, faire disparaître les termes séculaires.

La comparaison des développements ainsi obtenus conduit M. Poincaré, dans le Chapitre XI, à établir, par une savante analyse, le célèbre *théorème de Poisson* sur l'invariabilité des grands axes dans le cas où, sans négliger, comme l'a fait Lagrange, les carrés des masses, on se borne à négliger leurs cubes. Cette analyse met d'ailleurs nettement en évidence la raison pour laquelle cet important résultat, démontré d'abord pour la première, puis pour la seconde approximation, ne saurait être étendu au delà, comme, dès 1876, l'avait fait soupçonner une remarque de M. Spiru-Haretu.

Le Chapitre XII est consacré à d'importantes considérations touchant la *symétrie des développements* et les *solutions périodiques* découvertes par l'auteur lui-même.

Enfin le Chapitre XIII fait connaître le *principe de la méthode de Delaunay.* Il s'ouvre par une étude préliminaire de la notion de *classe* qui y joue un rôle important, l'essence de cette méthode consistant à calculer la somme des termes de classe minimum, en ne conservant dans la fonction perturbatrice que les termes de longue période, et même que les plus importants de ces termes.

L'importance de ces termes de classe minimum s'affirme surtout lorsque le rapport des moyens mouvements est presque commensurable. C'est le cas notamment pour la petite planète Hécube troublée par Jupiter, le moyen mouvement de l'une étant sensiblement le double de celui de l'autre. Aussi l'auteur développe-t-il cette application.

A titre d'observation générale on peut remarquer que, dans tout ce volume, c'est principalement de la forme des développements que s'occupe l'auteur, sans se soucier de recourir aux formules les plus favorables pour le calcul numérique. Aux yeux

de l'astronome, cette adaptation aux applications numériques est de première importance ; mais M. Poincaré l'a réservée pour un volume subséquent : dans celui-ci, c'est surtout en analyste qu'il a envisagé la question, et de façon, est-il besoin de le dire? à provoquer l'admiration de quiconque est sensible à la beauté des Mathématiques, considérées dans leurs parties les plus élevées.

M. O.

IV

De l'Acoustique dans les Églises par rapport a la Chaire, par le P. Greff, missionnaire. Un volume in-8° de 163 pages avec 54 figures dans le texte. — Paris, P. Lethielleux.

Il n'est point de réunion d'ecclésiastiques où l'on ne déplore, à l'occasion, le manque de notions claires pour avoir une bonne acoustique dans les églises. Ce travail a pour but de combler cette lacune. Il est le fruit de plus d'un demi-siècle d'observations que l'auteur, ancien professeur de sciences et missionnaire, a faites dans une foule d'églises et de chaires.

Il y a dans toute église où les lois de l'acoustique ne sont pas observées, une multitude de résonances fâcheuses, qui viennent répéter à l'oreille de l'auditeur plusieurs syllabes autres que celles que le prédicateur prononce pour le moment ; l'effet est, pour l'auditeur, celui de plusieurs personnes parlant à haute voix ensemble et de choses diverses ; et il en résulte que, dans ces églises, le tiers ou la moitié de l'auditoire ne comprend plus la parole de l'orateur. Les échos et résonances nuisibles, voilà donc l'ennemi qu'il faut vaincre.

Le livre se divise en trois parties :

Dans la première, sous le titre de *Conseils pratiques*, l'auteur donne une série d'avis pour l'orateur, l'emplacement et la confection de la chaire et de ses parties, afin de diminuer les échos nuisibles. On y commence aussi à parler des *dimensions de l'abat-voix*, et de leur influence sur la portée et la netteté de la voix.

Cette partie se termine par la description d'une chaire à *grand baldaquin indépendant*, qui arrête tous les échos nuisibles qui viendraient d'en haut, pourvu qu'il soit bien conditionné.

La seconde partie est intitulée *Théories*. Elle doit rendre raison scientifiquement, quoique simplement, de tout ce qui a été dit jusqu'ici, et de ce qui reste à dire. Elle rappelle les premiers éléments de physique et de géométrie sur lesquels il faudra s'appuyer ; elle étudie la propagation des ondes sonores adventives qui peuvent se former dans une église, distingue celles qui sont inoffensives de celles qui sont nuisibles, dans le but de se débarrasser de celles-ci, autant que possible. Tout cela est conduit méthodiquement et avec surabondance de détails.

La troisième partie donne, sous le titre de *Problèmes*, la solution de quelques cas qui se sont présentés dans le cours de l'ouvrage, et une série de questions que les architectes doivent examiner avant de mettre la dernière main à leur plan.

Tel est le résumé nécessairement incomplet d'un travail intéressant, où l'on trouvera nombre d'indications pratiques excellentes. Les problèmes qu'il soulève sont de ceux que leur complexité rend théoriquement insolubles. C'est à l'expérience qu'il faut demander les éléments de solutions approximatives ; toute contribution, dans ce sens, est un progrès, et on saura gré à l'auteur d'y avoir aidé.

X.

V

La Coloration enseignée a l'École des Arts industriels, Manuel du professeur, par G. de Lescluze. Une brochure in-8° de 22 pages. — Bruxelles et Roulers, Jules de Meester, imprimeur-éditeur, 1905.

Venant de rendre compte (1) d'une nouvelle édition des *Secrets du Coloris*, l'œuvre capitale de M. l'abbé de Lescluze, nous ne dirons que quelques mots de cette petite brochure dont il l'a fait suivre et qui, du reste, suppose constamment connue l'œuvre principale.

C'est une idée profondément juste qui l'a inspirée, à savoir qu'il faut faire l'éducation de la mémoire artistique, et, d'autre part, qu'on ne retient bien que ce qu'on peut désigner par un nom. Pour procéder du simple au complexe, on présentera à

(1) Revue des Questions scientifiques, juillet 1905, p. 332.

l'élève une tablature-gamme composée de huit couleurs seulement, et les premiers exercices auront pour objet de graver dans la mémoire ces huit couleurs avec leurs *nombres-noms* et leurs degrés dans la gamme. A cet effet, on fera colorier par l'élève des motifs décoratifs gravés au trait avec indication des degrés de la gamme à y poser : l'élève fera *la version* de ce texte au moyen du dictionnaire-album ; puis il annotera en marge le nombre-nom de la couleur répondant à chacun des degrés. Quand il se sera familiarisé avec une gamme de huit couleurs, les vingt-quatre autres couleurs complétant la gamme normale viendront, une à une, se grouper autour des premières.

Une deuxième série d'exercices comporte un libre coloriage, soumis à cette seule réserve de n'employer que les couleurs de la gamme adoptée ; l'élève annotera degrés et nombres-noms, puis le professeur fera la critique des divers exercices en évitant d'énoncer des règles générales, auxquelles l'élève devra arriver peu à peu de lui-même.

Cette connaissance s'éveillera généralement quand l'élève abordera l'étude d'une deuxième gamme, qui le conduira à l'idée abstraite de la tonalité.

Nous croyons qu'il serait très intéressant que M. de Lescluze fît un petit *Manuel* inspiré de ces idées. Comprenant un exposé simple, mais se suffisant à lui-même, de l'essentiel de la théorie, il donnerait quelques exemples des coloriages à faire exécuter par l'élève, et il ne faudrait pas craindre d'y joindre quelques exemples de coloriages défectueux, ne différant que par des nuances des coloriages corrects.

G. Lechalas.

VI

Lehrbuch der praktischen Physik von Friedrich Kohlrausch. 10e édition (augmentée) du Leitfaden der praktischen Physik. Un volume grand in-8° de xxviii-656 pages. — Leipzig et Berlin, B. G. Teubner, 1905.

Bien des générations de physiciens et de techniciens allemands ont eu les éditions successives de ce livre comme guide de leur initiation aux méthodes de mesures scientifiques. La première remonte à trente-six ans. C'était alors une série de cahiers

séparés, contenant, sous une rédaction très concise, une riche collection de directions pratiques pour la manipulation. En 1872, l'ouvrage, refondu et complété, parut en volume, et compta bientôt plusieurs traductions ou réimpressions. En même temps, le plan primitif s'élargissait progressivement. Aux règles classiques fondamentales vinrent s'adjoindre peu à peu des méthodes plus particulières, appartenant à la recherche et non à l'enseignement proprement dit : puis, le champ des études devenant de plus en plus vaste, de simples indications bibliographiques furent ajoutées, pour faciliter au lecteur un complément d'information qu'il n'était plus possible de lui offrir sans grossir démesurément le volume.

Le *Lehrbuch* de M. Kohlrausch se distingue donc très nettement des traités ordinaires de manipulations physiques. A côté des matières d'enseignement — qu'on trouve d'ailleurs éditées séparément dans un petit volume qui a repris le titre primitif de *Leitfaden* — on y rencontre une foule de méthodes que les jeunes docteurs et même les physiciens adonnés à la recherche seront heureux de n'avoir pas à extraire péniblement des mémoires originaux. Ce recueil est d'autant plus précieux qu'il a été complété et tenu à jour par la collaboration des spécialistes de la *Physikalisch-Technische-Reichsanstalt* de Berlin, dont F. Kohlrausch a été, comme on sait, pendant longtemps, le Président. Avec une modestie qui l'honore, l'éminent auteur leur en renvoie le mérite, et s'appuie sur leur autorité. Il exprime le regret que ses hautes fonctions à la *Reichsanstalt*, en l'enlevant à l'expérimentation effective, aient diminué sa compétence personnelle. C'est une crainte qui, sans aucun doute, ne sera jamais venue à l'esprit de ses nombreux lecteurs.

V. S.

VII

Leçons sur l'Électricité, professées à l'Institut électro-technique Montefiore, par Éric Gérard, Directeur de cet Institut. Deux volumes grand in-8° de XII-882 et VIII-888 pages. — Paris, Gauthier-Villars, 1904 et 1905.

Les *Leçons sur l'Électricité* de M. Éric Gérard sont de ces ouvrages dont il est superflu de faire l'éloge. Sept éditions en

quinze ans, c'est pour un livre belge un succès sans précédent et qui atteste éloquemment combien il est apprécié, non seulement dans notre petit pays, mais aussi au delà de ses frontières. Il suffira donc, sans reprendre l'énumération souvent faite de tout ce qui le recommande si excellemment, de signaler ici ce qui distingue cette nouvelle édition des précédentes. Les additions sont nombreuses, car les dernières années se sont montrées exceptionnellement fécondes en progrès pour la technique comme pour la théorie. Nous allons les énumérer brièvement, d'après l'avant-propos, non sans avoir attiré l'attention sur les améliorations portant sur les parties anciennes. Le tirage exceptionnellement considérable de l'édition précédente avait laissé à l'auteur le loisir de soumettre son ancien texte à des refontes étendues.

Dans le premier volume, les chapitres relatifs au Magnétisme contiennent des données sur les écrans magnétiques, sur l'effet de la durée de l'aimantation, sur les inscripteurs des courbes magnétiques, et des renseignements numériques nouveaux sur les aimants permanents, ainsi que sur les fers et aciers employés dans l'industrie électrique.

Dans l'Électrostatique sont introduites les propriétés des rayons cathodiques, des rayons X et des corps radioactifs, ainsi que des considérations sur les électrons.

Dans l'Électromagnétisme ont trouvé place des remarques destinées à éviter certaines confusions entre les feuillets et les courants, ainsi que le calcul des aimants permanents et de nouveaux problèmes d'application.

Dans l'Induction, les formules générales, telles que celles de Lord Kelvin et de Neumann, sont suivies des applications aux circuits contenant des forces électromotrices constantes.

Les courants alternatifs sont traités dans des chapitres spéciaux avec l'ampleur qu'ils comportent actuellement. Le cas des courants alternatifs simples et celui des courants oscillants sont étudiés avec les applications aux phénomènes de résonance, aux câbles et à l'art chantant.

Après l'exposé des méthodes graphiques de représentation des grandeurs alternatives, vient la considération de la sinusoïde équivalente, permettant l'extension de la méthode des vecteurs aux courants non sinusoïdaux et à la détermination des effets de l'hystérésis dans les électro-aimants, ce qui conduit à la notion de la résistance effective.

Un chapitre nouveau, consacré à la représentation symbolique

des grandeurs sinusoïdales, contient l'application de ce mode de calcul aux lois de Kirchhoff, aux circuits en série et en dérivation contenant des self-inductions et des capacités, aux puissances alternatives, ainsi qu'au problème de la propagation des ondes électriques dans les circuits linéaires.

Dans un autre chapitre sont réunis les développements relatifs aux ondes hertziennes, y compris l'étude de la propagation de ces ondes dans un milieu diélectrique et dans un milieu conducteur.

La formule de Nernst, pour le calcul de la force électromotrice, trouve son emploi dans les piles. L'étude des accumulateurs a été reprise. Un premier chapitre comporte des considérations générales sur les combinaisons susceptibles de former des piles secondaires et la description des accumulateurs autres que ceux au plomb. Ceux-ci sont étudiés à part, en tenant compte des progrès récents, tant dans la construction que dans la formation et l'entretien des couples secondaires.

Les chapitres relatifs aux dynamos présentent aussi des remaniements considérables. On a insisté sur le décalage et les artifices de commutation. Le chapitre des enroulements a été refait complètement, tant au point de vue du texte que des figures : les enroulements en série, en parallèle et en séries-parallèles, appliqués aux anneaux et aux tambours, ont été donnés avec leurs formules de construction. Parmi les additions se rangent le régulateur de Thury, l'étude de la distribution du flux dans les induits dentés, les formules de dispersion et une méthode pour la détermination des frottements des dynamos.

Sont ajoutés au chapitre relatif à la construction, l'étude des isolants spéciaux aux machines, des formules de construction et des dispositifs applicables à la fabrication des induits dentés et aux bobinages sur calibres, les conditions indiquées par Arnold, Parshall et Hobart pour éviter les étincelles à la commutation, enfin des détails de construction des collecteurs et balais.

Les descriptions des dynamos comportent quelques-uns des types principaux exposés à Paris en 1900, ainsi que toutes les données relatives à ces machines.

Les projets de dynamos ont été repris entièrement et mis en concordance avec les règles récemment admises.

L'étude des alternateurs forme actuellement une partie distincte de l'ouvrage. Dans un premier chapitre entrent les classifications et définitions, les calculs des forces électromotrices alternatives et les principaux modèles d'enroulements d'induits.

Un chapitre descriptif contient des types caractéristiques de machines à courants alternatifs avec toutes les données de construction.

Un chapitre spécial réservé aux essais des alternateurs comprend l'établissement des courbes caractéristiques et leur prédétermination à l'aide des divers flux qui interviennent dans ces appareils.

Après un examen général de l'association des alternateurs, viennent l'analyse détaillée des phénomènes observés dans la mise en parallèle et l'étude par voie graphique et par voie algébrique de ces phénomènes et des procédés propres à éviter les perturbations.

La marche à suivre dans les projets des alternateurs et un exemple d'application à un cas spécial forment l'objet d'un chapitre inédit qui se termine par des tableaux récapitulatifs des dynamos calculées.

Les transformateurs à courants alternatifs forment l'entrée en matière du tome II ; une extension plus grande a été donnée aux méthodes de calcul graphique, telles que le diagramme du cercle, et la méthode symbolique a été appliquée à la prédétermination des caractéristiques et des rendements.

Les bobines d'induction, dont l'importance industrielle s'est accrue depuis l'essor de la télégraphie sans fil, forment l'objet d'un chapitre spécial, présentant les progrès accomplis dans les dispositions d'enroulements et d'interrupteurs. Incidemment on a indiqué les soins à donner aux personnes foudroyées.

Une place importante a été faite aux appareils auxiliaires employés dans les distributions électriques : interrupteurs, commutateurs, coupe-circuits, pour hautes et basses tensions, parafoudres, limiteurs de tension et tableaux.

La description des systèmes de distribution comporte des additions au sujet des diviseurs de tension, des survolteurs-dévolteurs et des batteries-tampons.

L'étude des réseaux a été étendue, ainsi que les descriptions des lignes aériennes et souterraines, à propos desquelles sont exposées des méthodes de calcul spéciales aux lignes polyphasées.

La télégraphie et la téléphonie, dont les applications progressent plus lentement, présentent cependant des nouveautés signalées au sujet des tableaux centraux, des méthodes de communications simultanées et des appareils de télégraphie sans fil.

Dans l'éclairage, on a mis à jour la fabrication des lampes et

on a décrit les illuminants récents, tels que les lampes à corps incandescents autres que le charbon, ainsi que les arcs à flamme et au mercure.

Les tableaux des rendements des lampes et les données relatives aux éclairements ont été modifiés en conformité avec les expériences récentes. A propos des règles à suivre dans les projets d'éclairage, on a indiqué les signes conventionnels qui tendent à se généraliser.

Le chapitre des compteurs renferme des additions nombreuses, tant au point de vue de la description des systèmes que des procédés de tarification.

Les chapitres consacrés aux moteurs et à leurs applications ont été récrits pour la plus grande partie. L'étude des moteurs asynchrones à courants polyphasés présente de nombreux développements nouveaux, tels que les représentations analytiques et graphiques des champs tournants, l'application du diagramme du cercle, des détails de construction et d'enroulements, un calcul simple de projet, enfin les méthodes d'essai et de prédétermination des caractéristiques.

Les moteurs asynchrones monophasés et particulièrement les moteurs à collecteur, tels que les moteurs à répulsion, en série simple et en série avec compensation, sont examinés au point de vue descriptif, analytique et expérimental.

Les théories algébriques et graphiques ont également été développées dans l'exposé des moteurs synchrones monophasés et polyphasés.

Dans un chapitre spécial sont réunis les appareils convertisseurs et autres dont les propriétés découlent de celles des générateurs et des moteurs, ou qui servent d'auxiliaires dans les distributions. Nous citerons les transformateurs relatifs divers, les redresseurs, les transformateurs de phase et de fréquence, les systèmes de compoundage des alternateurs et autres procédés de réglage de la tension. Ce chapitre se termine par des considérations sur l'influence des harmoniques dans les réseaux à courants alternatifs.

Des remaniements caractéristiques ont été faits à propos des transmissions d'énergie mécanique. On a insisté sur le développement pris par celles-ci, tant dans les pays de houille blanche que dans les bassins industriels riches en houille noire, en montrant les possibilités que présente l'avenir de ces contrées. Tout en renonçant à décrire en détail les engins industriels qui sont susceptibles d'être actionnés par les moteurs électriques et dont

le nombre s'accroît indéfiniment, on a examiné les qualités et les combinaisons des appareils électriques qui conviennent aux applications les plus importantes, telles que les machines d'extraction, engins de levage, laminoirs, etc., en indiquant la manière de calculer les dispositifs de régularisation à adopter dans ces cas.

Les chapitres relatifs à la traction électrique comportent aussi de nombreuses modifications. Le tassement qui s'est opéré dans les méthodes adoptées a permis de mieux dégager les règles générales applicables au choix et au calcul des éléments en jeu. On a toutefois insisté sur les expériences nouvelles faites à l'aide des moteurs à courants alternatifs, en mentionnant les dispositifs propres à remédier aux inconvénients inhérents à l'emploi de ces courants.

La traction électrique des chemins de fer se généralise dans les voies métropolitaines et est à l'ordre du jour dans les voies interurbaines à trafic intense, ainsi que dans les pays montagneux riches en chutes d'eau. Les différents systèmes en exploitation ou en expérience ont été décrits et discutés.

Enfin, au sujet de l'électrométallurgie, indépendamment de l'indication des progrès de détail, l'importance de plus en plus grande prise par les fours électriques a justifié une étude séparée de ceux-ci, avec leurs applications au traitement des métaux et particulièrement des aciers spéciaux et des ferro-alliages.

V. S.

VIII

Leçons sur la Théorie des Gaz, par L. Boltzmann, traduites par A. Gallotti et H. Bénard, avec une introduction et des notes de M. Brillouin. Seconde partie. Un vol. gr. in-8° de xii-280 pages. — Paris, Gauthier-Villars, 1905.

Il a été rendu compte du premier volume de cet important ouvrage dans la Revue du 20 octobre 1902 (tome LII). Nous pourrons donc nous contenter ici d'indiquer le contenu du second. Ce sera assez pour en faire comprendre l'intérêt.

Chapitre I. Éléments de la théorie de Van der Waals.
" II. Discussion physique de la théorie de Van der Waals.

Chapitre III. Théorèmes de Mécanique générale nécessaires pour la théorie des gaz.
" IV. Gaz à molécules composées.
" V. L'équation de Van der Waals déduite de la notion de viriel.
" VI. Théorie de la dissociation.
" VII. Compléments aux théorèmes relatifs à l'équilibre thermique dans des gaz à molécules complexes.

Enfin, deux notes de M. Brillouin s'occupent des conditions de l'état permanent et de la tendance apparente à l'homogénéité et à la réversibilité.

Signalons encore une liste des principaux traités et mémoires théoriques parus depuis la publication (1895 et 1898) des *Leçons* de Boltzmann. Rien de plus utile pour le lecteur qui veut se mettre entièrement au courant de l'état actuel de la science. Dans notre temps de production scientifique si intense, tout traducteur d'un ouvrage remontant à quelques années dans sa forme originale devrait suivre cet exemple.

V. S.

IX

Eléments de Chimie inorganique, par W. Ostwald, traduits de l'allemand par L. Lazard. Seconde partie, *Métaux*. Un vol. grand in-8° de 411 pages. — Paris. Gauthier-Villars, 1905.

Il a été parlé longuement du premier volume de cet ouvrage dans la Revue, livraison d'octobre 1904. Dans ce second volume on retrouve toutes les qualités louées dans le premier : clarté, élégance, tour original. Les défauts qu'on avait cru devoir relever dans la méthode y sont beaucoup moins apparents, pour la raison que l'exposé des théories générales y tient fort peu de place, la plupart des questions qui s'y rattachent ayant été presque complètement épuisées à propos des métalloïdes.

V. S.

X

Kritische Studien zur ältesten Geschichte der Chinarinde von Professor Josef Rompel. In-8° de 64 pages. — Feldkirch, 1905 (1).

C'est à la prière du R. P. Rompel S. J. lui-même que je présente au lecteur de la Revue des Questions scientifiques cette contribution à l'histoire du *quinquina* et ce n'est pas sans appréhension que j'accède à sa demande, ni la botanique ni la thérapeutique n'étant de ma compétence. Mais la dissertation du P. Rompel est moins un travail de sciences naturelles qu'une étude d'histoire et de bibliographie, qui met en lumière plusieurs savants belges assez oubliés aujourd'hui. D'intérêt très général, elle n'est pas exclusivement écrite pour les hommes de métier, et peut, sans connaissances techniques spéciales, être aisément comprise par tout le monde. J'ai donc cru que je pouvais en parler sans mériter le reproche de présomption, mais je devais, en guise d'excuse, cette déclaration préalable au lecteur.

Le P. Rompel divise son travail en quatre parties. La première est intitulée : *Importance du quinquina pour l'humanité.* L'auteur commence par y déclarer qu'il n'écrit ni pour les botanistes, ni pour les pharmaciens, ni pour les médecins de profession, mais qu'il s'adresse au public instruit en général. Eh bien ! c'est précisément là ce qui rend le chapitre intéressant pour des profanes comme nous. Le savant Jésuite y précise des idées que nous avions tous plus ou moins, y met en pleine lumière des faits que nous entrevoyions bien un peu, mais vaguement et comme dans un nuage, et c'est avec un vrai regret qu'arrivé à la fin de ce chapitre on s'aperçoit qu'il est si court ; car, après en avoir terminé la lecture, on ne peut que faire siennes ces paroles par lesquelles le botaniste français Weddell commence son *Histoire naturelle des quinquinas* (2) : " Peu de sujets en histoire naturelle ont eu le privilège d'exciter l'intérêt général à un plus

(1) XIV. Jahresbericht des öffentlichen Privatgymnasiums an der Stella Matutina zu Feldkirch. Veröffentlicht am Schlusse des Schuljahres 1904-1905. Inhalt : I. Kritische Studien... cité ci-dessus (64 pp.). II. Schulnachrichten vom Director (48 pp.). Feldkirch. Im Verlage der Anstalt. 1905.

(2) Paris, 1849, fol. Je cite d'après le P. Rompel, p. 15. Weddell mourut, on le sait, en 1877.

haut degré que le quinquina ; aucun, peut-être, n'a mérité jusqu'ici l'attention de plus d'hommes éminents. »

Cette réflexion de Weddell nous amène à la deuxième partie de l'ouvrage du P. Rompel : *Des travaux historiques consacrés à la découverte du quinquina.* Les écrits du XIXe siècle sur l'histoire du quinquina, dit notre auteur, se distinguent moins encore, peut-être, par leurs multiples erreurs, que par « l'aplomb superbe (1) avec lequel celles-ci sont affirmées. Voilà qui n'est guère fait pour étonner ceux qui se sont occupés d'une partie quelconque de l'histoire des sciences ! Il en est du quinquina et de ses applications, comme des mathématiques et de toutes les sciences naturelles. » C'est comme une fatalité, dit quelque part le regretté Paul Tannery, mais que dans un exposé d'histoire des sciences d'ailleurs bien fait, l'auteur ait le malheur de se tromper dans un détail, ce sera précisément celui-là que les copistes maladroits choisiront et qu'ils vulgariseront, sans jamais le contrôler en remontant aux sources. »

Nous devons encore une fois nous déclarer incompétent pour juger le fond même du chapitre. Mais écrit d'un style modéré, il nous a paru plein d'une sage critique. Tout en évitant soigneusement le ton de la polémique, le P. Rompel relève les erreurs de la plupart des historiens du XIXe siècle ; mais il sait parfaitement faire le départ entre eux et ne manque pas l'occasion de reconnaître leur mérite, quand il y a lieu. Quoi qu'il en soit, la conclusion de ce chapitre est que l'histoire de la découverte du quinquina est à refaire en entier, en remontant aux sources.

Ces sources sont de deux sortes : les *mauvaises* et les *bonnes* (je parle le langage du P. Rompel) : elles forment respectivement l'objet des chapitres III et IV. Et d'abord les mauvaises. Le P. Rompel les nomme « Pseudo-écrits » sur le quinquina, *Pseudo-China Schriften.* Ce titre d'aspect quelque peu rébarbatif ne manque pas de justesse. Les listes bibliographiques des écrits anciens consacrés au quinquina renferment en effet, à tort, trois sortes d'ouvrages : ceux dans lesquels il est bien question d'une plante nommée quinquina, mais qui n'a que le nom seul de commun avec la plante officinale connue aujourd'hui sous ce mot ; ceux où il n'est parlé d'aucune espèce de quinquina ; enfin on y trouve même des indications d'ouvrages qui n'ont jamais existé. C'est ici que le P. Rompel nous donne des renseignements absolument nouveaux et particulièrement intéressants au point

(1) « Mit imponierender Sicherheit », p. 19.

de vue belge. Mais, pour leur intelligence, rappelons d'abord quelques faits.

Au XVIIe siècle, dit le docteur Broeckx, dans une notice bien connue sur le célèbre médecin Roland Storms de Louvain (1), " l'introduction du quinquina dans la thérapeutique causa une grande révolution dans les écoles de médecine. L'emploi de ce remède contredisait tous les systèmes adoptés jusqu'alors. Les partisans de la théorie Galénique se trouvaient dans l'impossibilité d'expliquer son action; il en était de même pour les adhérents de la théorie de Paracelse. Aussi le nouvel agent thérapeutique éprouvait-il le sort de toutes les grandes découvertes, les uns le prônèrent avec enthousiasme, les autres le repoussèrent de toutes leurs forces.

„ Les propriétés médicales du quinquina furent tout à fait inconnues en Europe avant 1638. Le comte d'Elcinchon, vice-roi du Pérou, dont la femme avait été guérie au Pérou par l'usage du quinquina, revint en Espagne, en 1540, et popularisa le remède dans le traitement des fièvres intermittentes. Son médecin Jean del Vego y eut aussi une large part. Comme notre pays était alors sous le gouvernement du roi d'Espagne, le remède fut bientôt connu en Belgique. Un médecin espagnol Pierre Barba, médecin du cardinal-infant Ferdinand, gouverneur général des Provinces Belgiques et frère de Philippe IV, publia en 1642 un ouvrage pour défendre le quinquina et les médecins espagnols. Le remède connu d'abord sous le nom de *poudre de la comtesse*, parce que la comtesse d'Elcinchon s'en était faite la protectrice, de *poudre du cardinal* parce que le cardinal de Lugo contribua d'une manière spéciale à en répandre l'usage, et de *poudre des jésuites* parce qu'ils le distribuèrent les premiers aux fébricitants, commença à être mis en usage par les praticiens belges, lorsqu'en 1652 la Belgique devint le théâtre d'un évènement qui faillit détruire complètement le crédit dont jouissait le quinquina. L'archiduc Léopold-Guillaume (2), gouverneur des Provinces Belgiques, était atteint d'une fièvre double quarte. Il

(1) *Notice sur Roland Storms, docteur en philosophie et en médecine*, par C. Broeckx. ANNALES DE LA SOCIÉTÉ DE MÉDECINE D'ANVERS, XVIe année. Anvers, 1855, pp. 6 et 7.

(2) Il y a ici de la part de Broeckx une distraction assez singulière. Léopold-Guillaume conserva le Gouvernement des Pays-Bas jusqu'en 1656 et mourut le 20 novembre 1662 seulement. Le récit de Broeckx doit s'appliquer, il est superflu de le rappeler, au cardinal-infant Ferdinand, mort le 9 novembre 1641. La date 1652 est donc erronée.

fit usage du quinquina qu'un certain Michel avait apporté à Bruxelles. Le remède eut du succès, le malade se rétablit. La fièvre récidiva, mais elle céda de nouveau à une seconde dose. Quelque temps après, la fièvre reparut une seconde fois. L'archiduc refusa d'avoir recours au quinquina et mourut. Au reste, on ne fait pas connaître la manière dont le médicament fut employé. „

Il y eut aussitôt, dans la Faculté, une levée générale de boucliers contre Pierre Barba, le malheureux médecin de l'archiduc. Deux hommes en vue, Jean-Jacques Chifflet, ancien médecin de l'infante Isabelle et Vopiscus Fortunatus Plempius, professeur à l'Université de Louvain (1), se distinguèrent par la violence de leurs attaques. Plempius surtout y déploya cette fougue qui a rendu célèbres ses polémiques contre Descartes. On peut lire le détail de cette affaire dans la notice du docteur Broeckx, car Roland Storms prit avec ardeur fait et cause pour Pierre Barba.

Mais encore une fois, voici où le livre du P. Rompel nous apprend du neuf. Il paraîtrait qu'en remontant aux sources, on s'aperçoit que l'histoire de la querelle Barba, Storms, Chifflet, Plempius serait en grande partie à refaire. Nous la connaissions tous plus ou moins telle que Broeckx l'a racontée. Un fait notamment paraissait définitivement acquis; c'est que le *Petri Barba vera praxis de curatione tertianæ pro cortice Peruviano,* publié par Barba, à Séville, en 1642, était un ouvrage écrit pour préconiser l'emploi du quinquina dans le traitement de la fièvre tierce. Voilà, en tous cas, ce que l'on trouve répété un peu partout. Eh bien ! il n'en est rien et tout cela est inexact, car dans le *Petri Barba vera praxis* il n'est pas même fait mention du quinquina !

Comment expliquer une erreur de ce genre ? Uniquement par l'excessive rareté de l'opuscule de Barba. Il a fallu pour le découvrir, que le P. Rompel fût assez heureux pour rencontrer un exemplaire de cette brochure à l'Université de Louvain. C'est celui que j'ai sous les yeux et sur lequel j'en transcris le titre complet : *Vera praxis de cvratione tertianæ stabilitvr : falsa impvgnatvr : liberantvr Hispani medici a calvmniis a Petro Barba Regiæ Magestatis et Serenissimi Hispaniarvm Infantis*

(1) Une bonne notice historique sur la famille des Chifflet est encore à faire. Quant à Vopiscus Fortunatus Plempius, voir : *Notice sur la vie et les ouvrages de Vopiscus Fortunatus Plempius, professeur de Médecine à l'Université de Louvain*, par M. le prof. Haan. ANNUAIRE DE L'UNIVERSITÉ CATHOLIQUE DE LOUVAIN, 1844, pp. 209-232.

Ferdinandi Cvbicvlario Medico, et in Vallisoletana Regia Academia Olim professore primo. In-4°.

On le remarquera tout d'abord, ce titre est rarement cité d'une manière correcte et les mots *pro cortice Peruviano*, que plusieurs bibliographes y ajoutent, ne s'y trouvent pas.

L'ouvrage ne contient ni date, ni lieu d'impression, ni adresse d'imprimeur. Le P. Rompel croit cependant, avec raison, qu'il doit avoir été publié non pas à Séville, mais en Belgique, à Louvain ou à Bruxelles, soit à la fin de 1641, soit, au plus tard, au commencement de 1642. En effet, la *Vera praxis* est une réponse aux thèses présidées, à Louvain, par Plempius, le 26 novembre 1641, et défendues par son élève Martin Soers. Le style a la vivacité et l'allure d'une riposte suivant de près l'attaque.

Toute la seconde partie de la *Vera Praxis* est consacrée au récit de la dernière maladie de l'archiduc Ferdinand, mais de la dernière seulement. Barba y décrit, d'une manière très circonstanciée, les phases de la fièvre et fait connaître chaque fois le traitement employé pour la combattre. Or, si on veut bien se rappeler que l'archiduc, qui dans ses premiers accès de fièvre avait été guéri par le quinquina, refusa cette fois d'en prendre, on doit convenir qu'il n'y avait pas lieu pour Barba d'en parler dans sa défense et que le silence qu'il garde à ce sujet dans la *Vera Praxis* est très naturel.

Plempius et Barba n'en restèrent pas là. Leurs pamphlets ne furent que le prélude de beaucoup d'autres (1). Or dans toute cette querelle sur le traitement de la fièvre tierce, il n'est pas soufflé mot du quinquina. Voilà évidemment une conclusion imprévue et qui montre combien l'histoire de la découverte du quinquina a besoin d'être recommencée.

Cette histoire, le P. Rompel, espérons-le, l'écrira en détail quelque jour, mais pour le moment il se contente, dans la quatrième partie de sa dissertation, de nous donner quelques notes sommaires sur ce sujet.

J'y relève de nouveau un fait important pour l'histoire de la science en Belgique. C'est dans un ouvrage de médecine, imprimé à Gand en 1543, que le quinquina se rencontre, la première fois, comme remède indiqué pour couper la fièvre. Ce volume a pour

(1) Le P. Rompel en donne la liste dans une note de la page 49. Ils sont tous devenus rarissimes. La Bibliothèque Royale de Berlin en possède la collection complète.

auteur le docteur vander Heyden, médecin louvaniste, mais pratiquant à Gand. En voici de nouveau le titre complet (1) :

Discovrs et advis sur les Flus de ventre douloureux, Soit qu'il y ait du Sang ou point. Sur le Trousse-gallant : dict Cholera morbus : La Peste : Les effects signalés & incroyables de l'eau : La vraye generation & asseurée curation de la Goutte : Les Fieures tierces & quartes, causées de l'infection des Poldres & terres auoisinées de la Mer & d'autres Marascageuses. Auec Addition d'vn Appendice de la Goutte, & de la Sciatique en particulier : & des nouueaux Discours sur l'Hydropisie, Colique, Toux ordinaire Phtisique. Grauelle & la Iaunisse pour estre accidens aux susdictes Fieures suruenans & suyuans, & sur la Morsure des chiens enragés. Composés par M. Herman vander Heyden, Medecin Pensionnaire de la Ville de Gand. Imprimé à Gand, chez Seruais Manilius, au Pigeon blanc, M. DC. XLIII. Et l'addition : M. DC. XLV. Auec Approbation & Priuilege. In-4°.

(1) Le P. Rompel s'est servi de l'exemplaire de la Bibliothèque de l'Université de Louvain. L'ouvrage de vander Heyden est fort rare, dit le savant auteur ; je crois donc utile de dire qu'il en existe deux exemplaires à la Bibliothèque Royale de Belgique, qu'il y en a un quatrième à l'Université de Gand, et un cinquième à la Bibliothèque de l'Académie Royale de Médecine de Belgique. La Bibliothèque Royale possède en outre l'ouvrage suivant qui n'est pas une simple traduction du précédent, bien que le titre semble insinuer le contraire :

Synopsis discvrsvvm A Magistro Hermanno vander Heyden Medico Pensionario Gandauensium Idiomate Gallico editorum, In gratiam Lectorum, illud non callentium, ab eodem Latinitati (sic) *donata, & Publico bono consecrata. In qua clarè & compendiosè deducuntur, ratione & maximè vtilia, dictis Discursibus contenta. Et præcipuè Seri Lactis in Fluxu terminali & maximè Dysenterico. Aquæ Frigidæ inter inauditos & incredibiles alios effectus, Podagræ dolores vel sistentis, vel mirabiliter demulcentis, & Ischiadicos nouitios penitus exterminantis, & secure absque omni suppuratione & defiguratione primo apparatu persanantis vulnera. Et Aceti Vini, in Præseruatione à Peste & eiusdem curatione, aliisq ; morbis venenatus, vt in præcautione ab Hydrophobia, præstantissimæ facultates explicantur, & commendantur. Multis additis obseruationibus nouis & scitu necessariis. Gandavi, Ex Officinâ Seruatij Manilij, sub Signo Albæ Columbæ : Anno 1647.* In-4°.

On ne connaît guère de la vie et des travaux d'Hermann vander Heyden, que ce qu'il nous en apprend lui-même dans les deux ouvrages cités ci-dessus. Foppens le traite dans la *Bibliotheca Belgica* (Bruxellis, 1737, p. 476), de « Vir cum in arte sua, tum in politiori litteratura multum versatus ». Voir la *Notice sur Herman vander Heyden de Louvain, Médecin pensionnaire de la ville de Gand*, par Malcorps. ANNALES DE LA SOCIÉTÉ DE MÉDECINE D'ANVERS, 1853, pp. 449-461.

L'ouvrage est divisé en deux parties principales et la première d'entre elles subdivisée en *discours*. Le sixième discours a pour objet : " Les fievres tierces et quartes, et leurs accidens survenans : causés par l'infection des poldres, et terres avoisinées de la Mer „. Or dans le chapitre II de ce discours, qui traite plus spécialement de la fièvre tierce et de sa " curation „, on lit cette phrase (1) :

" S'il (le malade) ayme mieulx les poudres seules, le poids d'vne dragme plus ou moins de susdictes *Species Diacatharmi* est icy convenable, comme encores davantage autant de poudre qu'on appelle icy *Pulvis Indicus* „. Que le *Pulvis Indicus* soit la poudre de quinquina, personne au courant de la terminologie de cette époque ne songera à le révoquer en doute.

J'aurais bien d'autres particularités intéressantes à signaler dans la dissertation du P. Rompel, si je ne m'étais pas intentionnellement placé au point de vue exclusivement belge. Voici un dernier détail.

Pour terminer son travail, le P. Rompel signale un point d'histoire à éclaircir. D'après une ancienne tradition qui remonte à Chifflet, le quinquina, on le sait, aurait été apporté du Pérou à Bruxelles par un Belge nommé Michel.

Quel est ce Michel ?

Un instant le P. Rompel crut au célèbre cosmographe Michel Florent van Langren qui s'occupa effectivement de sujets si divers. Mon savant collègue de Feldkirch voulut bien me faire l'honneur de m'écrire à ce propos et de me demander mon avis. Il émettait évidemment une hypothèse peu défendable, car, grâce à sa correspondance inédite, la vie de van Langren est aisée à suivre et jamais il ne fit de voyage au Pérou. Je lui en suggérai une autre à laquelle il s'est rallié. Remontons au texte même de Chifflet : " Etiam Michael Belga, dit-il, a *Veteri Molendino* cognominatus, Bruxellam attulit ex ipso Peruvio, ubi in regia civitate Lima per annos aliquot egerat in familia Marchionis de Macera, Peruvii Proregis. „ Pour découvrir le nom du Belge Michel, traduisons en flamand " Michael a Veteri Molendino „ et nous trouverons Michel van Oudenmolen ou quelque nom analogue, car ce personnage est oublié aujourd'hui. Aussi poserai-je à mon tour

(1) P. 97. Il est opportun d'observer que cette phrase appartenant à la première partie, date de 1643. L' " addition „ ou deuxième partie n'est, comme le titre l'indique, que de 1645.

au lecteur la question du P. Rompel : Que sait-on de Michel van Oudenmolen, qui, l'un des premiers, importa du Pérou le quinquina en Belgique ?

H. Bosmans, S. J.

XI

Flora descriptiva é ilustrada de Galicia, por el R. P. Baltasar Merino S. J., Miembro numerario de la Sociedad Española de Historia Natural, de la Sociedad Aragonesa de Ciencias Naturales, de la Académie internationale de Géographie botanique. Tomo I. Fanerógamas. Polipétalas. — Santiago, 1905.

La Botanique, toujours cultivée avec ardeur dans le beau pays d'Espagne, n'avait pas vu paraître, depuis bien des années, une œuvre de systématique comparable à celle qu'entreprend le R. P. Merino. Depuis le *Prodromus floræ hispanicæ* de Willkomm et Lange, on a publié soit des descriptions isolées, telles que celles de Pau, Gredilla et plusieurs autres, soit des florules régionales, telles que celles de Vayreda, Zapater, Secall et Pérez Lara, soit des livres techniques d'un mérite incontestable, parmi lesquels il faut citer la *Flora ibérica* de Lázaro et la *Botánica* de Risueño. Mais il restait beaucoup à faire, et on attendait encore une revision patiente, complète et autorisée, faite de main de maître, d'une région botanique étendue et riche comme est celle de Galice.

Le but de l'auteur est double : vulgariser la science, et préciser scientifiquement, autant que possible, l'existence, les caractères, l'extension et les habitats connus de toutes les plantes de Galice. Il a parfaitement atteint l'un et l'autre.

Pour les débutants, le volume est précédé d'un vocabulaire terminologique illustré de 453 belles figures empruntées à la *Flore descriptive et illustrée de la France*, par l'abbé Coste; de plus, une figure représentant une espèce typique accompagne chaque genre. Afin de délimiter les formes, après une table dichotomique des familles, des genres et des espèces, vient la caractéristique nette, simple et complète des espèces, variétés et formes, dont un grand nombre sont citées pour la première fois dans la flore de Galice ; d'autres, elles aussi très nombreuses, sont décrites comme nouvelles dans la science par le R. P. Me-

rino, dont la réputation scientifique reposait déjà sur bien d'autres travaux excellents. Ajoutons que pour obtenir pareils résultats, l'auteur, qui a séjourné en Galice pendant vingt-cinq ans, a parcouru en grand nombre les régions de la contrée, escaladé les rochers et sondé les précipices, cherchant partout de nombreux échantillons pour enrichir son herbier. Il a été, d'ailleurs, aidé dans son travail par des amis dévonés et de nombreux correspondants. C'est ainsi seulement qu'on peut mener à bien une œuvre sérieuse de l'importance et de l'étendue de celle du R. P. Merino. Elle ne sera pas seulement très utile à ceux qui voudront entreprendre l'étude de la flore d'une région quelconque d'Espagne, elle sera indispensable aux bibliothèques botaniques et aux savants qui étudieront la flore de la péninsule ibérique.

L. N., S. J.

XII

Technologie du thé. Composition chimique de la feuille. Récolte et manipulation. Procédés européens. Procédés asiatiques, par H. Neuville. — Paris, Aug. Challamel, 1905.

Il existe de très nombreux ouvrages généraux relatifs à la culture ou au commerce du thé, mais il n'en existait pas encore résumant la question si importante des méthodes de préparation. Cette étude à peine ébauchée a déjà donné des résultats précieux, et le livre que lui consacre M. H. Neuville vient bien à point pour initier le planteur aux meilleures de ces méthodes. Le thé n'est pas aussi facile à préparer qu'on le croit fréquemment. Il ne s'agit pas seulement de recueillir les feuilles et de les faire sécher. Les phases de flétrissage et de fermentation doivent être rigoureusement observées, puisqu'elles s'accompagnent d'un travail absolument nécessaire pour que la feuille de thé acquière son arome particulier et sa richesse en théine.

Dans l'ouvrage que nous signalons au lecteur, M. Neuville étudie, en un premier chapitre, " la feuille de thé, sa structure et sa composition „. Les éléments constitutifs de cette feuille sont les tanins, la théine, l'huile essentielle, le glucoside, l'albumine, l'engyme spéciale du thé ou théase et quelques autres composants tels que la théophylline, signalée en 1888 dans le thé par le

chimiste Kosel, des sels et des hydrates de carbone, dont plusieurs sont encore mal connus.

Dans le second chapitre, l'auteur examine les procédés de fabrication des factoreries européennes, il passe sommairement en revue la récolte, puis d'une façon plus détaillée le flétrissage, le roulage, le criblage, la fermentation, la dessiccation ou torréfaction, enfin le triage. M. Neuville donne ensuite les caractères des thés noirs des Indes anglaises, de Ceylan, de Java et ceux des thés verts de façon européenne.

Il passe de là aux procédés asiatiques : thés de Chine, oolongs et pouchongs de Formose, thés du Japon, et classe les thés de ces diverses provenances. Les thés chinois se divisent en thés noirs, thés verts, thés de senteur, thés en briques.

Un chapitre est consacré au mélange, et l'ouvrage se termine par une bibliographie de près de cent ouvrages ou articles importants sur le sujet.

É. D. W.

XIII

Précis historique, descriptif, analytique et photomicrographique des végétaux propres a la fabrication de la cellulose et du papier, par MM. L. et M. Rostaing et Fleury Percie du Sert. Un vol. in-8° de 84 pages avec 50 planches hors texte. — Paris, H. Desforges, 1904.

Dans notre siècle, où la consommation du papier de tout genre croît journellement, il devenait nécessaire de publier un tel ouvrage. Les auteurs l'ont écrit spécialement pour la France. Ils démontrent que les ressources forestières sur lesquelles on compte depuis quelques années dans l'industrie du papier sont destinées à disparaître, car la consommation de bois pour la fabrication de la cellulose et de la pâte à papier est bien plus considérable que la production. Que faut-il faire dès lors ? Comme le disent les auteurs, cultiver un certain nombre de végétaux à croissance rapide et capables de fournir des fibres meilleures que celles que l'on peut extraire du bois. Comme le titre l'indique également, l'ouvrage débute par un exposé historique des recherches faites en vue de remplacer le chiffon, qui a trouvé son

emploi ailleurs, dans la fabrication du papier, dont l'emploi s'est substitué à celui du papyrus au IXe siècle.

Nous ne pouvons énumérer ici les plantes dont les auteurs indiquent les caractères, les conditions de culture et la valeur des fibres : toutes peuvent être cultivées dans des régions telles que l'Algérie ; un certain nombre sont également tropicales : cotonnier, Phragmites, Sorgho. Ce ne sont pas seulement le fabricant, le commerçant, le grand public en général, et le planteur des régions subtropicales qui trouveront intérêt à consulter ce travail, mais aussi le planteur des zones tropicales. Il serait même à désirer que celui-ci poussât plus loin les observations résumées par MM. Rostaing et Fleury Percie du Sert, et fît quelques recherches dans le but de constater si, parmi les nombreuses plantes qui se trouvent à sa portée sous les tropiques, il n'y en a pas quelqu'une capable de fournir une matière première de ce genre, digne d'être préparée et exportée.

Au point de vue scientifique pur, le travail des trois auteurs français mérite une mention spéciale, grâce aux belles planches micrographiques qui donnent non seulement l'aspect d'un grand nombre de fibres usagées dans l'industrie, mais encore celui de certains papiers fabriqués soit actuellement, soit autrefois; citons entre autres le papier de Chine, et les papiers des XVe, XVIe et XVIIe siècles. Ce sont d'excellents points de comparaison pour le vendeur et pour l'acheteur.

É. D. W.

XIV

L'Élevage au Soudan, par C. Pierre et C. Monteil, avec une préface de J. Dybowski. — Paris, Challamel, 1905.

Cet ouvrage a été couronné sous le titre de *Soudan agricole* par la Société nationale d'Agriculture de France.

Au moment où la question de la colonisation est partout à l'ordre du jour, ce travail mérite de fixer l'attention de tous ceux qui ont à s'occuper d'agriculture générale.

Dans la préface que M. J. Dybowski, le savant et sympathique directeur du Jardin colonial de Nogent-sur-Marne, a bien voulu écrire pour ce livre, il fait ressortir que la composition du trou-

peau est la base du développement agricole, et que là où le bétail ne forme pas encore la base de l'exploitation, on ne peut songer à faire de la culture intensive.

Il serait à souhaiter que cette vérité si évidente pour tous ceux qui étudient la culture du sol, sous quelque climat qu'elle se fasse, pénétrât dans l'esprit de tous, car c'est sûrement en se basant sur elle que l'on obtiendra des résultats certains et constants.

Nous ne pouvons pas analyser en détail le travail très important des deux auteurs français; il n'est d'après eux qu'une étude préliminaire, dont des conclusions positives ne peuvent être tirées sur tous les points. Signalons en particulier les pages consacrées aux matériaux nutritifs; cette étude fait voir les lacunes considérables de nos connaissances relatives aux plantes indigènes capables de soutenir l'élevage. Puisse la lecture du livre de MM. Pierre et Monteil stimuler le zèle des agents coloniaux et les amener à transmettre en Europe les éléments suffisants pour établir la détermination spécifique des plantes fourragères et celle de leur teneur en éléments nutritifs! Parmi les graminées à introduire nos auteurs citent uniquement le Téosinte et l'Herbe de Para.

Nous attirons aussi l'attention sur le chapitre IV, intitulé *De l'élevage en général*; il devrait être placé en vedette dans tous les centres de culture et d'élevage, afin que les agents chargés du soin de la ferme puissent bien se pénétrer du rôle de l'éleveur dans le développement des colonies.

É. D. W.

XV

Le Mécanisme des Émotions, par le Dr Paul Sollier. Un vol. in-8° de 303 pages de la *Bibliothèque de philosophie contemporaine*. — Paris, 1905, Alcan, éditeur.

Ce volume, réunion de leçons faites en 1903 à l'Université nouvelle de Bruxelles, pique à un double titre la curiosité. C'est en effet un chaleureux plaidoyer contre la théorie périphérique des émotions, dite théorie de James-Lange, dû à un de ses anciens partisans les plus convaincus, et, d'autre part, cet adversaire d'une théorie à laquelle on attribue, bien à tort du reste,

une tendance matérialiste, est lui-même ardent matérialiste, s'il est permis de se servir de ce vocable un peu démodé (1).

La théorie périphérique de James-Lange est assez connue, et nous en avons parlé nous-même assez souvent ici (2), pour qu'il soit superflu de l'exposer à nouveau. Rappelons seulement qu'elle consiste essentiellement à soutenir que le phénomène émotionnel a pour causes les phénomènes extra-cérébraux que l'on considère généralement comme étant ses expressions. C'est avec intention que nous employons le terme d'extra-cérébraux au lieu de périphériques, parce que ce dernier reçoit souvent une acception restreinte, qui ne comprend pas les phénomènes internes, mais extérieurs au cerveau. M. Sollier adopte généralement cette acception restreinte, et, si l'on n'y prenait garde, il pourrait se produire quelque confusion, l'acception large étant assez usitée dans les discussions sur la théorie des émotions.

L'ouvrage s'ouvre par un chapitre fort intéressant sur l'émotivité et l'émotion, mais que, dans une étude rapide, nous devons passer sous silence. Là déjà cependant apparaît une vive attaque contre la théorie périphérique : l'émotion est vive, non lorsque l'énergie s'écoule par des voies normales et provoque des mouvements ou des sécrétions, mais lorsqu'elle s'applique au cerveau, en provoquant des représentations multiples et surtout incohérentes et confuses.

Le second chapitre rentre aussi dans la catégorie des préparations qui précèdent l'assaut véritable ; il est consacré à l'évolution de l'émotion. Sa conclusion est qu'il y a lieu de distinguer deux modes dans les états émotionnels : l'un *dynamique*, l'autre *statique*, le premier correspondant à l'émotion proprement dite, le second aux états fixes émotionnels d'ordre pathologique. Dans l'un et l'autre d'ailleurs, c'est la perception de ce qui se passe ou de ce qui persiste dans le cerveau qui constituerait l'émotion-

(1) Sur les tendances philosophiques de M. Sollier on sera suffisamment renseigné par la citation suivante : " Les barrières entre le physique et le physiologique sont tombées aujourd'hui, celles entre le physiologique et le psychique ses ont déplacées au profit du physiologique. Un jour viendra où l'on sera obligé de reconnaître qu'elles n'existent pas plus entre le psychique et le physique qu'entre le psychique et le physiologique „ p. 41.

(2) *Théorie physiologique des émotions*, octobre 1897 ; compte rendu de *la Tristesse et la Joie* du Dr Dumas, octobre 1900 ; compte rendu de *la Théorie de l'Émotion* par William James, avril 1903. Voir aussi, dans nos *Études esthétiques*, pp. 138-161.

sentiment : il s'agirait donc d'un phénomène de cénesthésie cérébrale, et c'est à la démonstration de cette affirmation qu'est consacré le reste du volume.

Les trois derniers chapitres étudient les rapports de l'émotion avec la sensibilité, avec la cénesthésie cérébrale et enfin avec les représentations : les raisons de cette triple étude apparaissent d'elles-mêmes.

Les rapports de la sensibilité et de l'émotion s'établissent par l'*expérimentation physiologique*, par l'étude des *cas pathologiques* et par l'*expérimentation psycho-physiologique*.

Une chienne, remarquable par ses émotions de colère, ayant subi la section de la moelle cervicale à la partie inférieure, puis celle des nerfs pneumo-gastriques au cou, continua de manifester aussi vivement ses émotions ; il lui restait, il est vrai, tout le système sympathique, mais la suppression d'une partie importante des conditions périphériques de l'émotion aurait dû amener une diminution proportionnelle de l'émotivité. Du reste, dans les cas de cancer de la colonne vertébrale envahissant la chaîne sympathique ganglionnaire, on n'observe pas non plus une réduction proportionnelle de l'émotivité.

Cet argument a grande valeur, et cependant, puisqu'on juge de l'émotivité par l'expression même des émotions, c'est que cette expression est restée possible, et alors on peut se demander s'il est bien évident que l'émotivité doive forcément être proportionnelle au champ de la sensibilité : il y a là une vraisemblance qui séduit sans s'imposer.

Quant à la contre-épreuve faite sur les animaux décérébrés, qui manifesteraient des émotions sans les éprouver, outre qu'il est toujours fort difficile de savoir ce qu'éprouve un animal, cette contre-épreuve est sans portée puisque les partisans de la théorie périphérique exigent la conscience des modifications dites expressives et qu'ici cette conscience est supposée abolie.

Beaucoup plus pénétrante est la critique empruntée à François Franck. D'une part, les variations vaso-motrices générales, si importantes d'après Lange, portent sur le cerveau comme sur le reste du corps, et alors pourquoi ne pas attribuer l'action émotionnelle au fait cérébral plutôt qu'au fait périphérique ? D'autre part, le cerveau possède un système régulateur propre et, dans le cas d'actions émotives, on voit le cerveau se congestionner indépendamment de la circulation générale.

Au point de vue pathologique, le Dr Sollier fait une critique également sérieuse des arguments tirés de l'inémotivité d'hysté-

riques atteints d'insensibilité généralisée. Cette insensibilité, en effet, n'est pas due à ce que les excitations ne parviennent pas au cerveau, mais à ce que celui-ci est en état d'inhibition : le phénomène est donc d'ordre tout cérébral.

D'une façon générale, on voit l'émotivité varier parallèlement aux fonctions cérébrales. Il y a plus : lorsque les régions des centres sensitivo-moteurs, sensoriels, vaso-moteurs sont seules en activité, la région antérieure du lobe frontal ou " cerveau psychique „ étant encore inhibée, les émotions ne se produisent qu'à l'occasion des faits actuels, c'est-à-dire des impressions présentes. En un mot, chaque partie du cerveau possède son émotivité spéciale.

M. Sollier ajoute que l'émotivité dépend grandement de la cénesthésie cérébrale, ou sentiment du fonctionnement de notre cerveau, point dont nous aurons à parler plus loin et sur lequel nous n'insisterons pas ici.

L'étude expérimentale des rapports de l'émotion avec la sensibilité a été faite au moyen de l'anesthésie par suggestion. En 1894, le Dr Sollier avait pleine confiance dans cette méthode, et il avait cru y trouver une confirmation des théories de James ; mais il a reconnu depuis que ces anesthésies traduisent simplement l'inhibition des centres corticaux, d'où il conclut que la disparition de l'émotivité avec celle de la sensibilité périphérique apparente change complètement de signification, le cerveau seul se trouvant en cause et l'émotion étant dès lors non la conscience des modifications périphériques, mais celle des modifications corticales. Nous avouons ne pas bien saisir la valeur de l'argumentation contre la thèse de James, car celle-ci exige le fonctionnement régulier du cerveau pour la perception complète des modifications périphériques. Nous admettons bien que les expériences perdent leur force probante en faveur de cette thèse, du moment que l'anesthésie n'est pas à proprement parler périphérique et qu'elle résulte d'un trouble cérébral, mais nous ne leur reconnaissons aucune signification contraire. Il est bien vrai que l'inhibition cérébrale supprime les phénomènes viscéraux et périphériques, mais qu'en conclure : a-t-on jamais nié cette dépendance ?

Nous arrivons à la grosse question de la cénesthésie cérébrale, objet du Chapitre IV. Les physiologistes nient communément la sensibilité cérébrale, parce que l'écorce cérébrale ne réagit pas douloureusement ou agréablement quand on le chatouille ou quand on le pique. Mais ce ne sont pas là les excitants

normaux du cerveau, organe protégé contre les excitations tactiles, pour lesquelles il n'a aucune spécificité. Autant vaudrait nier la sensibilité de l'oreille, parce qu'elle ne réagit pas aux ondes lumineuses.

D'autre part, dans quelles circonstances se manifeste la cénesthésie d'un organe, tel que l'estomac par exemple ? Dans trois cas : 1° quand il y a un trouble de fonctionnement ; 2° quand ce fonctionnement est plus actif qu'à l'ordinaire ; 3° quand, après un arrêt, le fonctionnement reprend. Or le Dr Sollier fait ressortir que dans ces trois cas nous croyons avoir conscience de phénomènes cérébraux, et que les sensations éprouvées ne paraissent pas pouvoir toutes se réduire à des sensations d'origine extérieure au cerveau, telles que sensations de contraction des muscles frontaux ou d'irritation des méninges.

Quant au siège des émotions, le Dr Sollier le voit, avec Flechsig, au niveau de l'écorce cérébrale, dans la sphère tactile, où se groupent, malgré sa dénomination restrictive, tous les centres moteurs et viscéraux et sans doute aussi vaso-moteurs. Cette localisation lui paraît du reste trop restreinte, tous les centres sensoriels et sensitivo-moteurs de l'écorce cérébrale étant susceptibles d'être le point de départ de réactions émotionnelles. « L'émotion, conclut-il, n'est pas constituée par un sentiment particulier accompagnant l'activité d'un centre spécial ou d'une sphère spéciale. C'est le sentiment de la diffusion à travers le cerveau... de l'énergie libérée sous l'influence d'une excitation quelconque. »

Reste à savoir si des modifications organiques, viscérales, vaso-motrices, sont nécessaires ou non à la production de l'émotion. Nous l'avons dit, pour le Dr Sollier, l'émotion est essentiellement constituée par la conscience des changements cérébraux, mais il reconnaît que « les sensations diffuses qui proviennent des changements organiques en conséquence des premiers doivent augmenter encore le trouble cérébral ». En somme, le cerveau organique lui paraît refléter psychiquement les états affectifs du corps, aussi bien que réagir émotionnellement sous l'influence des représentations issues du centre préfrontal : dans l'émotion complète, les deux éléments se combinent. On voit qu'en résumé la divergence essentielle avec James consiste, non dans la négation des émotions d'origine périphérique, mais dans l'affirmation que les représentations en engendrent sans passer par l'intermédiaire des modifications périphériques. En maint passage, le désaccord paraît se poser de façon plus

complète, mais il semble bien que ce ne soit là qu'entraînement de polémique.

Considérant d'ailleurs les états émotionnels *statiques*, le Dr Sollier arrive à la conclusion que l'émotion est, non pas la conscience des changements périphériques ou cérébraux, mais celle de l'état moléculaire de l'écorce cérébrale, qu'il soit transitoire ou permanent. Nous ferons remarquer à ce sujet que ces états statiques émotionnels n'ont rien de contraire à la théorie périphérique, puisque des états périphériques permanents peuvent aussi bien jouer leur rôle que des états transitoires.

Nous arrivons au dernier chapitre, consacré aux rapports de la représentation et de l'émotion. Il y est parlé de la théorie intellectualiste et de la théorie du Dr Georges Dumas, que le Dr Sollier qualifie de mixte, mais qui nous semble singulièrement voisine de la théorie périphérique proprement dite. Le plaisir et la douleur, la joie et la tristesse, la loi de diffusion des émotions et les émotions localisées sont ensuite étudiées. Tout cela est sans doute intéressant, mais sans rien qui nous paraisse de grande portée.

Nous devons seulement insister sur une critique plus que faible de la théorie périphérique : l'auteur prétend que celle-ci ne saurait expliquer comment il se fait que, pour que la vue d'un pistolet braqué sur un individu provoque en celui-ci une émotion, il faut qu'il en connaisse les effets. En un mot, le Dr Sollier impute à la théorie périphérique de nier le rôle des représentations dans la genèse des émotions. C'est là une vieille imputation dès longtemps réfutée : dans son introduction à la traduction du livre de Lange sur les *Émotions*, le Dr Dumas résume ainsi la question : “ Voici une mère qui pleure son fils ; l'opinion courante admet trois moments dans la production du phénomène :

„ 1° Une perception ou une idée ;

„ 2° Une émotion ;

„ 3° L'expression de cette émotion.

„ Cette succession est fausse : il faut renverser les deux termes extrêmes et raisonner ainsi : 1° Cette femme vient d'apprendre la mort de son fils ; 2° Elle est abattue ; 3° Elle est triste „.

Insistant sur cette façon de poser la thèse, nous avons dit : le point de départ est le même dans les deux cas ; c'est toujours la mort du fils, phénomène intellectuel. Dans le cas du pistolet, la vue de celui-ci évoque l'image de ses effets possibles, dans une thèse comme dans l'autre, et ce n'est qu'après, que s'inter-

vertit l'ordre des phénomènes, tandis que M. Sollier prétend, au nom de la théorie périphérique, supprimer contre toute raison la représentation des effets possibles.

S'il n'y avait que des arguments de ce genre dans le livre sur *le Mécanisme des Émotions*, nous n'aurions pas eu à l'étudier si longuement ; mais on a pu noter des arguments de bien autre portée, et nous croyons devoir en rappeler deux.

1° Les états vaso-moteurs généraux agissent directement sur le cerveau aussi bien que sur le reste du corps : pourquoi dès lors attribuer à la conscience de l'état périphérique ce qui peut s'attribuer immédiatement à l'état propre du cerveau ?

2° Les cas d'anesthésie hystérique ou suggestionnée ne répondent pas à un arrêt de l'excitation avant son arrivée au cerveau, mais à un état d'inhibition de celui-ci. Cet état d'inhibition explique directement l'absence d'émotion, sans qu'il soit nécessaire de voir dans celle-ci le résultat de l'absence de conscience des phénomènes périphériques.

Ces deux remarques méritent d'être prises en très sérieuse considération et de faire l'objet d'une discussion approfondie de la part des partisans de la théorie périphérique. Pour nous, qui sommes assez porté à croire à des phénomènes réversibles, où l'état émotionnel provoquerait des phénomènes périphériques, et où ceux-ci, à leur tour, pourraient engendrer un état émotionnel, nous assistons avec une égale sympathie pour les deux partis aux combats qu'ils se livrent.

G. Lechalas.

XVI

Préparation aux carrières coloniales. Conférences faites sous les auspices de l'Union coloniale française en 1901-1902, par MM. Le Myre de Vilers, Dr Vreille, L. Simon, E. Fallot, J.-B. Malon, Paris, L. Fontaine, M. Courant, Gérome, A. Liesse, augmenté d'un *Petit manuel d'hygiène des colons*, par le Dr Reynard, et d'une préface de M. Chailley-Bert. — Paris, Challamel, 1904.

Bien des fois déjà nous avons attiré l'attention sur le manque de préparation des jeunes gens qui se destinent chez nous aux carrières coloniales, et sur les déboires qui résultent de ce défaut

d'initiation. Bien souvent, en réponse peut-être à ce que nous avons signalé, on est venu nous demander des titres d'ouvrages utiles à consulter par un candidat colon. Ces ouvrages deviennent de plus en plus nombreux. Celui dont nous venons de transcrire le titre mérite d'être lu par les coloniaux, car ils y trouveront bien des aperçus qui les intéresseront sûrement. C'est un recueil de conférences faites en 1901-1902 sous les auspices de l'Union coloniale française, une des associations qui chez nos voisins ont le plus fait pour le développement de la colonisation.

Après une préface dans laquelle M. J. Chailley-Bert présente au lecteur les auteurs des diverses études qui forment le corps de ce livre de 470 pages, nous trouvons un chapitre dû à la plume de M. Le Myre de Vilers, dans lequel il examine l'*organisation des colonies de domination*. Vient ensuite une étude de M. L. Simon sur *l'agriculture, le commerce et l'industrie en Nouvelle-Calédonie*, colonie d'avenir, dont on parle peu ; puis quelques conseils de M. E. Fallot sur *le commerce, l'industrie et l'agriculture en Tunisie ;* des conseils généraux destinés à ceux qui désirent s'établir en Indo-Chine, par M. J.-B. Malon ; une étude de M. Paris sur *l'industrie et le commerce de la Cochinchine* et ce que l'on peut y faire. M. Courant étudie ensuite les *rapports économiques de la Chine et de l'Indo-Chine*, rapports qui ont, dans les conditions présentes, un intérêt capital. M. Gérome du Muséum de Paris nous donne une rapide esquisse des *principales plantes de grande culture tropicale*. M. Liesse fait ressortir l'*utilité de la comptabilité dans les entreprises coloniales*. Joignez à cela quelques notes sur l'hygiène de l'Européen dans les pays chauds par le Dr Vreille et le petit manuel d'hygiène du Dr G. Reynard. " Puisse, comme le dit M. Chailley-Bert en terminant sa préface, ce petit livre, être, pour les futurs colons, un bon instrument d'études et de succès ! „ Il en sera ainsi, et il rendra sans aucun doute d'excellents services à tous ceux qui sont amenés à se lancer dans la voie coloniale avant d'avoir eu l'occasion de faire les études préliminaires spéciales que réclament leurs entreprises.

É. D. W.

XVII

Hambourg et les Exigences de la Navigation moderne. Outillage et Trafic. par J. Charles, S. J. Un vol. in-8° de 388 pages. — Bruxelles, 1905.

N'était la banalité ou l'équivoque du compliment, nous dirions que le livre du R. P. Charles a tout l'intérêt d'un roman. Il en a aussi les dehors coquets. Mais son titre, ses longues colonnes de chiffres, ses mosaïques de textes anglais et allemands, ses références copieuses protestent contre une telle méprise ; l'ouvrage sur Hambourg se réclame de la science, non de la sèche science du spécialiste, mais de la haute vulgarisation.

Produire toujours est la condition vitale de l'industrie moderne. Cependant tout terrain ne peut servir de canal à ses eaux débordantes : aussi bien, la tendance aujourd'hui plutôt protectionniste semble vouloir multiplier les digues. La question des débouchés se pose donc impérieusement au grand industriel et au grand commerçant et nécessite de leur part la connaissance des langues et celle de la géographie commerciale. Professeur à un Institut de commerce, le R. P. Charles rappelle ces vérités dans la préface. L'étude consacrée au port de Hambourg est un modèle d'étude de géographie commerciale.

La seconde partie du titre est plus générale : elle nous promet un exposé des exigences de la navigation moderne. Ce but secondaire de l'auteur nous vaut quelques synthèses rapidement brossées, celle de l'évolution économique de l'Empire d'Allemagne, celle des perfectionnements incessants dans la construction des bâtiments de mer, et bien d'autres : il nous vaut surtout l'emploi continuel de la méthode de comparaison. Après une vue de Hambourg à vol d'oiseau, l'auteur nous fait côtoyer les voies d'accès en aval et en amont du port, s'arrêtant à expliquer comment elles diffèrent de celles de Londres, Anvers, Rotterdam, Amsterdam, Brême. Les divers systèmes d'installations des grands ports modernes sont aussi comparés et jugés. Dans la seconde partie du livre, relative au trafic, l'auteur fait la part moins large au parallèle. D'instructives conclusions se dégagent, notamment pour Anvers : elles ne sont ni des utopies ni des à priori ; s'il suggère les améliorations, l'auteur n'en cache point les difficultés.

Faut-il voir dans ces synthèses, dans ces comparaisons le

principal mérite de l'ouvrage ? Je le ferais plutôt consister dans un souci minutieux de la documentation, décelant chez l'auteur une sérieuse formation historique ou plus d'un contact avec la Germanie érudite.

Quelques citations, prises au début du livre du P. Charles, feront mieux ressortir sa méthode et ses qualités.

Le port de l'Atlantique doit céder à la marée et s'abriter profondément dans les terres. Cette situation présente des avantages économiques très réels et très appréciés : elle diminue le prix de revient des marchandises en raccourcissant le trajet si coûteux par voie ferrée. " Le but à atteindre est d'effectuer le transbordement du navire de mer sur le bateau de rivière ou sur le wagon en un point dont la situation fût la plus centrale possible. Plus le lieu de transbordement est situé profondément à l'intérieur, plus est grande relativement la partie du pays appelée à profiter directement des avantages des transports par mer (p. 38). „

Hambourg l'emporte sur tous ses rivaux. " Si l'on compare la distance qui sépare Hambourg et ses rivaux de leurs bateaux-phares respectifs, on trouve les chiffres suivants : Anvers 89 kilomètres, Rotterdam 34, Brême 124, Hambourg 117. En réalité, la distance sur le Wéser est de 56 kilomètres au lieu de 124, car Bremerhaven, beaucoup plus que Brême, est devenu le siège du commerce maritime du Wéser... (p. 39) „

Cependant, pour bénéficier des avantages économiques que lui réserve sa situation centrale, le port doit être relié à la mer par un canal capable de recevoir les géants maritimes, et à son hinterland par d'excellentes communications fluviales ou terrestres. " En aval de Hambourg, dans un parcours de quelques kilomètres, le fleuve augmente rapidement de largeur. L'embouchure du Köhlbrand a 286 mètres, celle de l'Elbe septentrionale environ 387 ; leur réunion donne à l'Elbe une largeur de 1400 mètres jusqu'à l'extrémité occidentale de Finckenwärder. Là, au confluent de la branche méridionale, la largeur de l'Elbe est subitement doublée et atteint 2800 mètres. Cet élargissement rapide du fleuve est la cause d'obstacles qui entravent la navigation entre Hambourg et la mer.

„ Ainsi, près de Blankenese, commence une barre qui s'étend jusqu'à Lühe à 28 kilomètres de Hambourg environ. Malgré l'emploi des dragueurs, on n'a pas encore atteint à cet endroit la profondeur du canal de Suez. Vers 1830 commencèrent les premiers travaux d'amélioration. A cette époque déjà, l'on jugeait

nécessaire d'obtenir partout, entre la mer et Hambourg, une profondeur de 6m,30 alors que la profondeur naturelle atteignait 1m,80 à marée basse et 4 mètres à marée haute. Les dragueurs qui travaillèrent de 1840 à 1874 n'avaient que des machines de 20 chevaux. En 1874 apparurent deux nouveaux dragueurs de 160 chevaux enlevant chacun 940 mètres cubes par jour. La profondeur moyenne à la barre de Blankenese était de 4m,30 en 1845, elle atteint 5m,15 en 1872, 7m,50 en 1885 et 8m,30 actuellement à marée haute. Seuls les vapeurs du trafic européen (1) peuvent, à toute heure, entrer chargés dans le port de Hambourg; les autres doivent attendre la marée haute ou décharger en allèges. Les grands transatlantiques modernes ne peuvent remonter l'Elbe que jusqu'à Brunshausen. Ces conditions... sont encore meilleures que celles de la Tamise, où les navires du trafic européen ne peuvent entrer qu'avec le flux, dans les bassins situés au delà de l'Albertdock. Les léviathans de l'Atlantique du nord doivent, comme à Hambourg, s'amarrer, loin du centre des affaires, à Tilbury, que 42 kilomètres séparent de Londres. Impossible aux navires du canal de Suez, même à marée haute, de dépasser les Indiadocks. Mais à Brunshausen les vapeurs qui attendent la marée peuvent y décharger en allèges : le courant de l'Elbe est relativement calme, la différence de niveau entre le flux et le reflux n'atteint que 1m,80 et non 6 mètres comme à Londres. Sur la Tamise, au contraire, tout stationnement forcé est une perte de temps complète, le déchargement ne pouvant s'opérer que dans les bassins. Meilleures que celles de la Tamise, ces conditions d'accès du port de Hambourg ne sont cependant pas entièrement satisfaisantes. Aussi, en 1902, le Sénat et la Bürgerschaft de Hambourg ont-ils approuvé un plan de régularisation de l'Elbe inférieure entre Neumühlen et Lühersend. Ces travaux donneront à l'Elbe 10 mètres de profondeur à marée haute, profondeur à peine suffisante pour permettre aux navires de Suez d'entrer à Hambourg en tout état de marée. Ces travaux doivent être terminés en 1905 et ont été évalués à 6 500 000 marks (pp. 51-54). „

Deux paragraphes sont réservés à la voie d'accès de Rotterdam, la plus parfaite, et à celle d'Anvers. " Les 70 premiers

(1) " D'après leur tirant d'eau, on peut classer les navires en quatre classes : 1° Les caboteurs dont le tirant d'eau ne dépasse pas 4 mètres; 2° les navires du trafic européen dont le tirant d'eau varie de 4 à 6 mètres; 3° les navires du canal de Suez dont le tirant d'eau varie de 6 à 8 mètres; 4° les navires géants dont le tirant d'eau dépasse 8 mètres. „

kilomètres de l'Escaut, entre Flessingue et Doel, ressemblent à un bras de mer. Les plus grands transatlantiques peuvent s'y engager et y évoluer, tant à marée basse qu'à marée haute ; mais à cause des nombreuses courbes que trace l'Escaut entre Doel et Anvers, les 18 derniers kilomètres présentent moins de sécurité. Depuis 1894, dragueurs et suceurs ont amélioré et approfondi l'Escaut inférieur entre Anvers et la frontière hollandaise, et cette section du fleuve offre maintenant 8 mètres de profondeur au jusant. Comme le niveau moyen de la marée haute dépasse celui de la marée basse de $4^{m},50$ environ, Anvers peut recevoir les plus grands navires du monde.

„ Malgré cette possibilité matérielle de remonter l'Escaut jusqu'à Anvers, les grands léviathans transatlantiques ne s'engageraient pas volontiers dans le cours inférieur du fleuve. Les bancs de sable sont mouvants, les détours, les sinuosités et les zigzags du canal d'accès très nombreux. On a beau creuser, même les navires de 6 et de 8000 tonnes sont contraints à des précautions infinies, pour évoluer sans râcler le fond, sans quitter le chenal où peut flotter leur quille (pp. 67 et 68). „

Ces lignes étaient écrites avant la déposition du projet de la grande coupure.

La voie maritime de Hambourg a dû être protégée contre la glace, balisée, éclairée. Il est piquant de comparer l'éclairage actuel à celui du moyen âge. " En 1246, un accord intervint entre Hambourg et l'archevêque de Brême, en vertu duquel la moitié de l'île Neuwerk deviendrait la propriété de Hambourg, si cette ville y élevait un phare. Les Hambourgeois firent construire dans cette île une tour en bois, sur la plateforme de laquelle un grand feu de branches et de bûches était entretenu la nuit. En 1372, la tour fut incendiée et une massive construction en pierre, de 28 mètres de hauteur, la remplaça. Cette tour a bravé depuis plus de cinq siècles les tempêtes et les ouragans de la mer du Nord, et, malgré son ancienneté, elle est toujours connue sous le nom de *Das neue Werk* (pp. 58 et 59). „

Nous l'avons dit, les conclusions de ce livre sont nombreuses. Pour finir, nous en transcrirons deux, que méditera le lecteur belge. " Les succès industriels et commerciaux de l'Allemagne, comme ses succès militaires, sont le résultat tout d'abord de l'éducation ; c'est la science qui, dans tous les domaines, fut la première source de la force allemande. Employés, petits commerçants, chefs de maisons trouvent en Allemagne des écoles

commerciales bien graduées où la *business tactics* leur est enseignée et inculquée.

„ Œuvre de gens pratiques, l'enseignement commercial a tourné toutes les théories vers une pratique immédiate, et s'occupant de sciences financières, économiques et administratives, de droit, de technique, etc., il a porté ses plus grands efforts vers les deux études maîtresses du commerce international, la connaissance des langues étrangères et la géographie commerciale (1). „

" Sans vouloir nous mettre à la remorque des programmes d'outre-Rhin, et sans calquer nos méthodes sur celles des Handelshochschulen d'Allemagne, il est bon cependant de profiter de l'expérience faite par autrui (pp. 19 et 20). „

" Il ne faut pas... que nous permettions aux étrangers de considérer Anvers comme un satellite de Hambourg. Certes, Anvers doit beaucoup au développement industriel de l'Allemagne : il reçoit dans son port de magnifiques et de nombreux paquebots allemands : des marchandises allemandes de toute nature encombrent ses quais, mais une partie du haut commerce est entre des mains étrangères. Il est du devoir de tout bon patriote de contrebalancer cette influence et d'arrêter cette sorte de main-mise sur la " marche de l'ouest „. Il faut, pour fortifier l'indépendance nationale dont nous fêtons l'anniversaire, fortifier et assurer notre indépendance commerciale et industrielle (pp. 15 et 16). „

M. E.

XVIII

L'Amérique au travail, par J. F. Fraser, traduit par M. Saville. Un vol. in-8°, avec 38 planches hors texte. — Paris, Lethielleux, 1905.

Politiques, financiers, commerçants, industriels doivent désormais compter avec les États-Unis. Interventionnistes à l'excès, hardis, entreprenants, bouleversant méthodes antiques et vieux procédés, devenus grands brasseurs d'affaires, les Américains se posent nettement en rivaux de l'Europe et veulent à tout prix

(1) Bérard : *L'Angleterre et l'Impérialisme*, p. 317.

conquérir la suprématie économique. Les pays industriels surtout, ceux chez qui s'est implanté le machinisme, sont particulièrement menacés par cette tendance et ces aspirations. Les succès remportés par les États de l'Union ont d'ailleurs mis en éveil plus d'un " business man „ humilié ou dépité de la gloire de ces jeunes concurrents. Le livre que vient de publier M. Fraser nous montre comment les Américains ont remporté les brillants résultats de ces vingt dernières années. " J'ai écrit ce livre, non pour exalter les États-Unis au détriment de la Grande-Bretagne, mais parce que, humilié d'entendre les remarques désobligeantes que les étrangers faisaient sur l'industrie anglaise, j'ai voulu aider mes compatriotes à se mettre au niveau des progrès modernes... J'ai fait un voyage d'enquête aux États-Unis, pour y observer spécialement les méthodes qu'on applique à la direction des grands établissements industriels. Laissant de côté les procédés purement techniques, je me suis efforcé de dégager les méthodes générales auxquelles il faut attribuer l'essor prodigieux qu'a pris l'industrie américaine au cours des dernières années „

Intéressant, vraiment instructif, sans érudition indigeste, mais clair et d'un style coulant, le livre de M. Fraser offre à ceux qui s'occupent des questions économiques une excellente lecture. Ses appréciations ne sont pas outrées ; en nous montrant les procédés américains, M. Fraser reconnaît sincèrement ce qu'ils présentent de bon et ce qui fait leur côté faible. Il évite de généraliser ses conclusions, ce qui eût été difficile dans l'étude d'un pays aussi vaste, aussi complexe et où les législations diffèrent d'État à État. A vrai dire, quand on a lu le livre de M. Fraser, on se prend à redouter beaucoup moins ce qu'on appelle le danger américain. Du tableau que nous trace l'auteur de la vie aux États-Unis, il se dégage comme deux traits caractéristiques :

L'activité des Américains est trop enfiévrée, trop excitante, trop énervante pour être durable. Il y a chez eux beaucoup d'exagération et surtout beaucoup de " bluff „. Ils s'usent au travail, ce qui n'est bon ni pour l'ouvrier ni pour la race.

Le second trait est leur préoccupation unique et constante de gagner de l'argent. *Money, Money*, cette pensée les absorbe. Il semble que le seul dollar soit au bout de tous leurs efforts. Cet horizon tue chez eux toute aspiration artistique et place leur vie, leur société dans une atmosphère déprimante.

Quoique destiné aux industriels anglais, le livre de M. Fraser renferme pour les Belges des leçons, des exemples et des aver-

tissements. Nous aussi, nous nous ressentons des progrès réalisés par les États-Unis dans toutes les branches de l'industrie. *Fas est ab hoste doceri.* Bien que l'exiguité du marché national ne nous permette pas d'employer tous les procédés en usage aux États-Unis, il est bon cependant de les étudier, de les connaître et de nous en approprier tout ce dont nous pourrions tirer profit.

J. C.

REVUE

DES RECUEILS PÉRIODIQUES

ETHNOGRAPHIE

L'homme de Krapina. — M. Gorjanovic-Kramberger, professeur de géologie et de paléontologie à Agram, a exploré près du bourg de Krapina en Croatie, un gisement des plus intéressants de l'époque quaternaire. Des dépôts avaient été accumulés dans une caverne par le ruisseau Krapinscica, qui est un affluent de la Save et non de la Drave, comme un auteur l'écrit dans l'ANTHROPOLOGIE. La masse de ces dépôts, qui pouvait atteindre une épaisseur de $8^{m},50$, comprenait trois zones : un niveau inférieur, caractérisé par le *Castor fiber*, une zone moyenne, dans laquelle prédominaient les restes humains, et l'assise supérieure, où se voyaient surtout les ossements de l'*Ursus Spelaeus*.

Pour M. Rutot, cette station paléolithique, qui a acquis une si grande renommée, appartient au quaternaire supérieur, et notre éminent géologue belge invoque plusieurs arguments à l'appui de sa thèse (1).

La station est située dans un abri sous roche, nous dit-il, tandis que M. Gorjanovic-Kramberger nous parle à différentes reprises de ses fouilles et des investigations de son assistant, M. Osterman, dans la caverne de Krapina (2).

(1) A. Rutot, *Les Découvertes de Krapina* dans le BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ D'ANTHROPOLOGIE DE BRUXELLES. Tome XXII (1903-1904), p. 61.

(2) Dr Karl Gorjanovic-Kramberger, *Der Paläolithische Mensch und seine Zeitgenossen aus dem Diluvium von Krapina in Kroatien*, dans MITTEILUNGEN DER ANTHROPOLOGISCHEN GESELLSCHAFT IN WIEN. Tome XXXIV, 1904.

L'industrie de Krapina, dit encore M. Rutot, est l'industrie éburnéenne, bien caractérisée. Il est vrai que l'argument archéologique n'est pas toujours décisif pour déterminer l'âge d'une assise, mais, d'autre part, il suffit de rapprocher les racloirs moustériens du *Musée préhistorique* de M. M. de Mortillet, des trois racloirs dont on peut voir la reproduction en grandeur naturelle dans les phototypies communiquées par l'ANTHROPOLOGIE, pour être impressionné par leur ressemblance frappante (1). Quand M. Rutot a voulu envoyer à M. Gorjanovic-Kramberger, des doubles de l'industrie éburnéenne, comme termes de comparaison, il avoue qu'il n'a pas trouvé de meilleurs types que ceux mêmes provenant des fouilles de Krapina, ce qui ne constitue pas une preuve bien convaincante de l'identité de l'industrie de Krapina et de l'industrie du quaternaire supérieur.

M. Rutot signale encore la présence d'ossements travaillés, sur lesquels il nous est difficile de formuler le moindre avis, parce que nous ne les avons pas vus ; notons toutefois l'opinion de M. Obermaier, qui écrit dans l'ANTHROPOLOGIE : " Je n'ai pu, malgré un examen approfondi des pièces, me convaincre qu'il s'agit réellement d'instruments intentionnellement façonnés ".

M. Rutot se demande si c'est bien le *Rhinoceros Mercki*, dont on a relevé la présence et recueilli de nombreux ossements à Krapina. Différents auteurs l'affirment et M. Rutot en doute, parce que ce rhinocéros est le compagnon fidèle de l'*Elephas antiquus*, que l'on reconnaît dans la phase la plus ancienne du quaternaire. M. Rutot est d'autant moins disposé à se ranger à cet avis, que, dans sa classification nouvelle du préhistorique, la faune à *Elephas antiquus* est contemporaine de l'industrie éolithique, bien qu'il soit scientifiquement établi que cette faune est contemporaine du Chelléen. Toutefois la présence du *Rhinoceros Mercki* n'est pas sans présenter quelque anomalie dans le gisement de Krapina. Il nous ramène vers le Chelléen, tandis que les silex attestent une industrie moustérienne, postérieure au Chelléen. Tout cela prouve combien il est difficile d'établir des subdivisions dans le paléolithique. Trois facteurs entrent en ligne de compte : les périodes glaciaires avec les périodes interglaciaires, la faune et le facies de l'industrie : comment coordonner les données complexes qui résultent de l'influence de ces trois facteurs ?

(1) H. Obermaier, *La Station paléolithique de Krapina*, dans l'ANTHROPOLOGIE. Tome XVI, 1905, nº 1, p. 13.

Pour classer le gisement de Krapina dans le paléolithique supérieur, M. Rutot en appelle encore au caractère Néanderthaloïde des ossements humains, recueillis à Krapina. Cependant M. de Mortillet place le crâne du Néanderthal dans le Chelléen et M. Fraipont regarde aussi les crânes de Spy, du même type, comme antérieurs à l'époque éburnéenne.

Ces considérations nous amènent à dire un mot de l'homme de Krapina.

Il est difficile d'arriver à des conclusions inébranlables parce qu'on ne possède que des débris d'ossements et qu'ils sont tellement fracturés, qu'il n'a pas été possible de restaurer d'une manière satisfaisante aucune partie du squelette.

Voici les résultats qui semblent se dégager des différentes notices, que M. Gorjanovic-Kramberger a consacrées à ces ossements, qui ont été l'objet de longues études et de mensurations minutieuses. Ils sont consignés dans son dernier travail (1) :

Les deux variétés qu'il a relevées à Krapina se rapportent au type de Néanderthal-Spy et sont caractérisées par un front fuyant, des arcades sourcilières très saillantes et des mandibules prognathes, sans menton.

Parmi les caractères qui dénotent des variétés dans cette race, si l'on peut parler de la race de Krapina, on relève aussi : la hauteur du front, signalée par M. Obermaier, et l'hyperbrachycéphalie. Cette dernière particularité a immédiatement permis à M. de Lapouge d'expliquer l'origine des brachycéphales européens. Krapina est le berceau de la race Alpine (2) !

M. Obermaier fait observer aussi que cette race ancienne de Krapina n'a pas de véritables caractères pithécoïdes, mais cela n'a pas empêché M. de Lapouge de traiter l'homme de Krapina de *Pithecanthropus Krapinensis !*

La découverte de l'homme de Krapina a été une déception, parce que les ossements sont trop fragmentaires pour servir de base à des données d'une valeur scientifique incontestable.

Ethnographie de l'Océanie et de l'Afrique. — Quelques auteurs cherchent actuellement en Australie le berceau de l'humanité et regardent la civilisation de l'Australie comme le premier stade du développement de la civilisation. Ils pourront, avec le plus grand fruit, prendre connaissance de deux travaux

(1) Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien. Tome XXXIV, 1904.

(2) Zentralblatt für Anthropologie, 1904, p. 20.

de la plus haute importance et des plus documentés, sur la civilisation de l'Océanie et sur l'ethnographie du continent africain (1).

De l'étude de l'aire de diffusion des coutumes, des types d'habitations, des outils et des armes, il résulte qu'il existe des affinités très étroites entre la civilisation de l'Océanie et celle de l'Afrique et que cette similitude doit provenir d'un centre commun d'expansion, qui paraît avoir été le sud de l'Asie.

La question des éolithes. — Dans une des dernières de ses multiples notices, M. Rutot expose de nouveau la question des éolithes (2). Qu'est-ce qu'un éolithe ? C'est un éclat de silex, portant les traces évidentes de l'utilisation, soit pour la percussion, soit pour le raclage. M. Rutot développe la théorie en ces termes : " Quelles sont les traces évidentes de l'utilisation ? Ce sont, pour le rognon naturel ayant servi à percuter, les *étoilures* et le *grenu spécial localisé*, dus à la percussion plus ou moins prolongée sur un ou plusieurs points du rognon. Ce sont pour les éclats naturels tranchants, de forme quelconque, la *retouche*, action régulière, méthodique et *intelligente*, due à la *volonté* de raviver, à plusieurs reprises, la même arête tranchante utilisée pour le raclage, au fur et à mesure qu'elle s'émousse par le travail. Il s'agit donc là d'un véritable mode tout particulier d'aiguisage de l'arête, *qui se fait toujours de la même manière :* l'enlèvement d'esquilles, autant que possible de même étendue et parallèles, opéré *d'un seul côté* de l'arête et entamant dès lors toujours la même face. Quant au *procédé* d'enlèvement des esquilles, il peut différer selon l'industrie à laquelle la pièce considérée appartient. Cette *retouche d'utilisation* ou avivage peut se faire soit par percussion, au moyen d'un silex allongé dit retouchoir ou éclateur ou fabricator (terme anglais), soit par pression, au moyen d'instruments divers en os ou en bois de renne ou de cerf. Mais la retouche d'utilisation ou d'avivage n'est pas la seule que l'on puisse remarquer sur les éolithes. Beaucoup d'outils portent, en effet, une autre retouche, que j'ai proposé d'appeler *retouche d'accommodation*.

Cette retouche se fait même toujours *préalablement à l'utili-*

(1) F. Grābner, *Kulturkreise und Kulturschichten in Ozeanien*. ZEITSCHRIFT FÜR ETHNOLOGIE. Heft I. 1905.

B. Ackermann, *Kulturkreise und Kulturschichten in Afrika*. Ibid.

(2) MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ D'ANTHROPOLOGIE DE BRUXELLES. Tome XXIII, 1904, I. A. Rutot, *Sur la cause de l'éclatement naturel du silex*.

sation, car son but est de rendre l'éclat brut dont on désire se servir, aisément maniable et bien en main, de manière que des arêtes tranchantes ne blessent, pendant l'usage, ni les doigts ni la paume de la main... La retouche d'accommodation consiste soit dans l'*abatage*, soit dans le *martelage*, l'*écrasement* par percussion, des tubercules, aspérités, pointes, tranchants, empêchant la bonne préhension. Il devient dès lors évident que, puisque ce n'est jamais par la partie agissante que l'on prend l'outil, la retouche d'accommodation, dans un instrument utilisé, se trouve généralement à l'*opposé* du côté agissant, portant la retouche d'avivage... Pour que les éclats deviennent effectivement à nos yeux des racloirs, des grattoirs, il faut qu'ils portent, en plus de la forme, les signes évidents qu'ils ont servi à racler, à gratter, pendant assez longtemps pour que l'ouvrier ait été forcé d'indiquer l'usage prolongé de l'outil par la superposition des retouches d'avivage qui donnent à l'instrument ainsi utilisé un aspect taillé. „

Quand ces silex ont-ils été utilisés ?

Ces silex, que M. Rutot appelle reutéliens, d'après le mot flamand *reutel*, nom d'un hameau de la commune de Becelaere (Flandre occidentale), ont servi pendant la période d'avancement du premier Glaciaire quaternaire, et M. Rutot estime à vingt-cinq mille ans la durée de cette progression et le développement de l'industrie reutélienne.

Les opinions sont loin d'être unanimes quant à la valeur des éolithes comme témoignages de l'industrie humaine, et les préhistoriens français sont particulièrement sévères dans leur appréciation. Ils reprochent à M. Rutot la facilité avec laquelle il change d'opinion et ils déclarent ses idées insaisissables dans leurs transformations successives. Dans un mémoire il avait écrit : " Les silex de Thenay que j'ai vus sont aussi évidents que peuvent l'être les outils reutélo-mesviniens les plus parfaits. „ Dans un travail postérieur il s'exprimait ainsi : " Je n'ai pu encore me former un avis personnel relativement à la réalité de l'industrie de Thenay „ (1). M. Laloy nous semble poser la question sous son vrai jour : " Il convient de se tenir sur la plus grande réserve en ce qui concerne les éolithes, et de ne les accepter que lorsque les conditions de gisement rendent l'intervention de l'homme indiscutable (2) „.

(1) L'Anthropologie, tome XIV, pp. 704 et 705.
(2) Ibid., tome XV, p. 63.

M. Boule estime qu'il faut diviser par 30 tous les chiffres fournis par M. Rutot pour la vitesse de progression des glaciers (1).

D'autre part l'adhésion sans réserve de la Société d'Anthropologie de Berlin constitue pour M. Rutot un grand succès (2). M. Schweinfurth a ramassé quantité de silex reutéliens en Égypte (3) et plusieurs membres de la Société d'Anthropologie de Berlin ont trouvé des éolithes en divers endroits de l'Allemagne et ils font part de leurs découvertes avec un véritable enthousiasme.

J. Claerhout.

GEOGRAPHIE

—

L'Année cartographique, supplément annuel à toutes les publications de Géographie et de Cartographie. 13e et 14e année. — Paris. Hachette. décembre 1903 et novembre 1904. — Chacun de ces suppléments est formé de trois feuilles in-fol. de cartes avec texte au dos.

Le 13e supplément contient les modifications géographiques et politiques des années 1900-1902. La feuille consacrée à l'*Asie* renferme trois cartes dressées par M. *E. Giffault*. Carte hypsométrique de l'*Indo-Chine* au 6 000 000e (c'est le premier essai du genre) : itinéraires du Dr *Sven Hedin* en *Asie Centrale* (1894-1902) (au 12 500 000e) ; expédition anglaise de la *Discovery* au pôle Sud (au 30 000 000e). La majeure partie du texte est due à M. *D. Aïtoff* ; il est surtout consacré aux pérégrinations de l'explorateur suédois (4). et au voyage de M. *Tsybikoff* au *Tibet*. M. *Tsybikoff*. bouddhiste et de race bouriate, est parvenu, après avoir traversé la *Mongolie*, la *Chine* et le pays situé au N. de *Tengri-Nor*, à pénétrer le 15 août 1900 et à séjourner jusqu'au 23 septembre 1901 à *Lhassa*.

(1) L'Anthropologie. 1905, p. 69. — A lire aussi l'article que M. Boule vient de consacrer aux éolithes dans le no 3 de l'Anthropologie, 1905.

(2) Zeitschrift für Ethnologie. 1904. Heft III u. IV.

(3) Ibid. 1904. Heft VI.

(4) Nous renvoyons à la notice consacrée à cet objet dans la Rev. des Quest. scient., 3e série, t. V (1904), pp. 307-309.

Nous trouvons neuf croquis sur la feuille d'*Afrique*, dressée par M. *Marius Chesneau*, qui s'est aussi chargé de la rédaction du texte : les territoires du *Sud Algérien* et massif du *Ahaggar* au 10 000 000e ; le *Maroc* occidental, au 10 000 000e, où se trouvent tracées les routes suivies par *E. Doutté* en 1901 et 1902 ; les itinéraires du *Maroc*, en 1901, du marquis de *Segonzac*, au 4 000 000e ; la région du *Bahr-el-Ghazal* d'après les levés de la mission *Marchand*, au 5 000 000e ; la région du *Tchad*, d'après les dernières explorations, au 5 000 000e ; croquis de la délimitation franco-portugaise au *Congo*, en 1901, au 25 000 000e ; *Cameroun*, *Congo* français et territoires du *Tchad*, au 7 000 000e ; frontières entre l'*Éthiopie*, le *Soudan* égyptien et les pays limitrophes, d'après les derniers traités, au 10 000 000e ; itinéraire de la mission du *Bourg de Bozas* entre *Addis-Ababa* et *Nimoulé*, 1902, au 6 000 000e.

Les raids des lieutenants *Cottenest* et *Guillo-Lohan* nous ont révélé, en 1902, le massif montagneux du *Ahaggar* (*Koudia* chez les indigènes) (23° lat. S. et 3° long. E. env.), que les cartes ne donnaient que par renseignements. Ce massif, tourmenté et raviné, est dominé par une série de pics aigus, dont le plus élevé, le mont *Ilamane*, atteint 3000 mètres environ, et il est longé par deux routes ; celle de l'est n'offre que de maigres ressources, celle de l'ouest est excellente sous le rapport de la viabilité et des ressources en eau, bois et pâturages. Les villes touareg, portées sur les cartes, comme des centres importants, ne sont que de misérables hameaux de boue ; l'ensemble du pays est d'ailleurs des plus pauvres.

La topographie du lac *Tchad* se précise. La rive orientale est bordée par un grand nombre d'îles généralement basses, sablonneuses ou argileuses, dotées de bons pâturages et habitées, en grande partie, par des indigènes islamisés, qui vivent de l'élevage, de la culture du mil et de la pêche. Ces îles constituent deux grands archipels : celui de *Kouri*, situé dans la grande baie qui se termine par la dépression du *Bahr-el-Ghazal*, et celui de *Boudouma*, qui borde la côte du *Kanem*, à partir de 13°30′ lat. N. Ne quittons pas le bassin du *Tchad* sans signaler la reconnaissance faite par MM. *Rousset* et *Perdriget*, de la rivière *Fafa*, dont ils ont établi la navigabilité du 6° N. à son confluent, par 7°20′ N. env., avec le *Bahr Sara*, large, à partir de cet endroit, de 200 à 800 mètres et dont le cours assez tranquille et sans rapides, est navigable, en aval, toute l'année, pour les vapeurs. Cette nouvelle voie de communication raccourcit

beaucoup la route de terre qui va de *Bangui (Ubangi)*, au bassin du *Chari* : elle pourra assurer le ravitaillement plus économique des territoires administratifs du *Tchad*, et donner ainsi un plus grand essor au développement du Centre africain français.

C'est M. *Victor Huot* qui s'est chargé de dresser, avec sa compétence habituelle, les cartons de la feuille d'*Amérique* : Terres découvertes par le capitaine *O. Sverdrup* dans l'archipel polaire américain, de 1898 à 1902 (10 000 000e) ; territoire d'*Alaska*, d'après les levés récents du " U. S. Geolog. Survey " (10 000 000e) ; frontière Chilo-Argentine (Arbitrage du 25 novembre 1902) ; éruptions volcaniques aux *Petites Antilles* (5 000 000e).

L'exploration de *Sverdrup* occupe une place distinguée dans la littérature polaire : elle a abouti à la découverte de nouvelles îles situées vers l'ouest et au delà des grandes terres de *Grant*, de *Grinnell*, d'*Ellesmere*, de *North Lincoln*, qui forment les détroits de *Smith* et de *Kennedy*, dont le capitaine norvégien est parvenu à relever les côtes sud et ouest. Le point extrême atteint par le *Fram* est situé par 79°30' lat. N., et 108°20' long. W. de Paris.

Dans le 14e supplément figurent les croquis cartographiques se rapportant à des découvertes ou à des événements géographiques survenus de 1903 à 1904.

M. *Marius Chesneau* nous donne sept cartons dans la feuille d'*Afrique* : le *Sahara du Nord*, d'après les explorations récentes (4 000 000e) : l'*Afrique occidentale française* et le *Congo français* (Nouvelles divisions administratives) ; le Bassin du *Chari*, d'après la mission scientifique dirigée par *A. Chevalier* (6 000 000e) ; la délimitation de la *Guinée portugaise*, 1900-1903 (3 500 000e) ; la *Côte d'Ivoire* (5 000 000e) ; le *Cameroun* (5 000 000e) ; l'*Éthiopie méridionale* et les régions limitrophes (5 000 000e).

Le cartographe fait observer avec raison que le phénomène le plus intéressant de toute la région à l'est du *Tchad* est son assèchement graduel et l'empiètement assez irrégulier, il est vrai, du *Sahara* sur le *Soudan*. C'est ainsi que le lac *Fittri* (15° long. E. de P. env.) s'est entièrement asséché en 1903 et que le *Tchad* suit petit à petit son exemple, bien qu'il s'y soit produit plusieurs fois des débordements considérables.

Les itinéraires du Dr *Karl Futterer* du *Koukou-Nor* à *Min-Tchéou*, dans le *Tibet* du nord-est (1898) (3 500 000e) : la carte des chemins de fer (50 000 000e) et le croquis du voyage de M. *G. Grillières* à travers le *Yunnan* (2 000 000e) : tels sont les trois cartons dressés par M. *E. Giffault* pour la feuille d'*Asie*.

Nous nous occupons plus loin de l'exploration de M. *Grillières*. Bornons-nous donc à constater que l'*Asie* est traversée par 64 000 kilom. de voies ferrées ; elles se répartissent de la façon suivante :

Russie asiatique 8 000 kilom. ; *Japon* 6 630 kilom. ; *Corée* 40 kilom. ; *Empire chinois* 4 540 kilom. ; *Indo-Chine française* 700 kilom. ; *Siam* 500 kilom. ; *Empire indo-britannique* 41 760 kilom. ; *Perse* 10 kilom. ; *Turquie d'Asie* 2 700 kilom.

La feuille d'*Amérique*, dressée par M. *V. Huot*, est composée de cinq cartons fort intéressants : frontière entre le *Brésil* et la *Bolivie* (territoire de l'*Acre)*, et cours du rio *Yavary* (au 6 000 000e) ; — frontière entre la *Colombie britannique* et l'*Alaska* (au 5 000 000e) ; — résultat des dernières expéditions de *Peary* (au 6 000 000e) ; — région septentrionale du *Canada*, complétée par les explorations de *D. T. Hanbury* (au 7 500 000e) ; — itinéraires de la mission *de Créqui Montfort* et *Sénéchal de la Grange* sur les hauts plateaux de l'*Amérique du Sud* (au 5 000 000e).

L'irrigation en Égypte depuis l'achèvement du réservoir d'Assouan (1902) (1). — Dès le début de leur conquête, c'est-à-dire depuis 1883, les Anglais ont compris que l'arrosage des terres était tout en *Égypte*, et comme l'eau ne pouvait provenir que du *Nil*, ils se sont efforcés de s'assurer, par des traités et conventions, les sources du grand fleuve, ou tout au moins ils ont veillé à ce que celles-ci ne soient pas détournées du collecteur qui fait la richesse de l'*Égypte*, la vaste oasis située en plein *Sahara* libyque. En même temps ils créaient de toutes pièces le *Service de l'Irrigation*, qui est exclusivement entre leurs mains, et qui est devenu le véritable maître des destinées matérielles du peuple égyptien.

Autrefois la puissante crue annuelle, qui charrie dans la *Basse-Égypte* et jusqu'à la Méditerranée une partie des eaux recueillies dans la région du *Haut-Nil* et des *Grands Lacs*, avait pour conséquence l'inondation, donc l'arrosage des terres d'un seul coup. De nos jours cet arrosage est réglé, et l'irrigation est *pérenne*. Elle est " la seule solution qui puisse répondre aux besoins actuels de l'*Égypte* cultivée ".

Ces besoins ne sont pas les mêmes partout et à toutes les

(1) Par Jean Brunes dans La Géographie, 15 mars 1905, pp. 161-184 et figures dans le texte.

époques de l'année ; c'est ainsi que les plus riches cultures, donc les cultures industrielles, coton et canne à sucre, ont besoin de la plus grande quantité d'eau en plein été ; durant ces mêmes mois, juillet-octobre, qui constituent la période de crue, le *Nil* doit aussi fournir les eaux d'arrosage aux bassins de la *Haute* et de la *Moyenne-Égypte*. Lorsque la période qui précède l'arrivée de la nouvelle crue s'allonge outre mesure, ou que la diminution de la crue est très sensible, on doit craindre des conséquences fort graves ; en tous cas l'*Égypte* souffre. Pour obvier à ce gros inconvénient du régime du *Nil*, on a construit à *Assouan*, près de la première cataracte, un gigantesque barrage-réservoir *mobile*. Il est fait de granite, coupe, sur une longueur de 1966 mètres, la première cataracte un peu en avant de l'île de *Philé*, et s'appuie à la rive gauche, à un étroit chenal de navigation formé de quatre écluses de 80 mètres sur 9. Ce qui donne à cette œuvre un caractère d'originalité, c'est qu'elle est pourvue de 180 vannes *mobiles*, soit 140 ouvertures inférieures, de 7 mètres sur 2, pour le passage des eaux de crue, et 40 ouvertures supérieures de $3^{m},50$ sur 2 pour l'écoulement des eaux du plan.

" Tantôt les eaux se trouvent surélevées de 20 mètres et refoulées jusqu'à 160 kilomètres en amont, accumulant un milliard environ de mètres cubes d'eau, tantôt elles s'écoulent presque librement par l'ensemble de toutes les ouvertures du barrage, qui offrent une section totale de 2400 mètres carrés. „

„ Grâce aux vannes mobiles, on ne forme ainsi le *lac* que lorsque les eaux sont basses, et on laisse le fleuve être *pleinement fleuve* au moment de la crue. „

En même temps qu'il s'occupait du barrage d'*Assouan*, le *Service de l'Irrigation* achevait en 1902 le barrage d'*Assiout* ; il est long de 833 mètres et destiné à relever le plan d'eau du canal *Ibrahimieh*, qui fournit l'eau d'arrosage à 230 000 hectares dans la *Moyenne-Égypte* et au *Fayoum*.

Enfin, pour relever le plan d'eau, on a amélioré le barrage de la *Pointe du Delta* qui est complété par le nouveau barrage de *Zifta*, situé sur la branche de *Damiette*, 85 kilomètres en aval.

Depuis 1902 tous ces travaux ont admirablement rempli leur office, sans causer la moindre déception, au *point de vue technique*.

Quant au *résultat économique* et *pratique* du barrage, M. Brunes estime qu'il ne répond pas à l'attente du *Service de l'Irrigation*, car toute l'eau nouvelle a simplement suffi à pro-

curer aux cultures établies l'aliment fécondant qui leur manquait. C'est la raison pour laquelle on songe à de nouveaux grands projets techniques : surélévation à 6 mètres du barrage d'*Assouan*, ce qui permettrait de capter non plus un mais deux milliards de mètres cubes d'eau ; et comme cela ne suffit pas, et qu'il faudrait encore deux autres milliards de mètres cubes d'eau, on propose la construction d'un nouveau réservoir dans le *Ouadi Rayan*, grande dépression du désert libyque, analogue au *Fayoum*, et tout proche de celui-ci vers le Sud.

" Le réservoir du *Ouadi Rayan* aurait une superficie de 670 kilomètres carrés, une profondeur de 68 mètres et contiendrait dix milliards et demi de mètres cubes, dont les deux milliards des couches supérieures pourraient être déversés dans la vallée du *Nil* au moment où le besoin s'en ferait sentir „, c'est-à-dire lorsque la nouvelle crue subit trop de retard.

Somme toute, " l'Égypte en est seulement au début d'une période de transformation des conditions générales de l'irrigation, qui sera comparable à l'ère des plus gigantesques travaux pharaoniques „.

Voyage au Yun-nan et au Tibet oriental (1). — M. *Grillières* s'est proposé l'étude du *Yun-nan* et de ses voies de communication vers le *Se-tchouen*, et l'examen des conditions géographiques du *Tibet*.

En partant de *Yun-nan-sen*, la route la plus courte pour atteindre le *fleuve Bleu* est le *Pou-Tou-Ho*, déversoir du lac de *Yun-nan-sen*. Mais les rochers à pic qui enserrent le cours d'eau rendront toujours impossible l'établissement d'une voie ferrée dans ces gorges inextricables, qui atteignent jusqu'à mille mètres de profondeur au point de confluence du *Pou-Tou-Ho*, et du *fleuve Bleu*. La chose sera d'autant plus difficile que ce " pays diabolique „ n'est guère peuplé ; on ne trouve d'habitants que dans quelques rares coins, où la pente des terres, un peu moins rapide, permet quelque culture ; encore les indigènes, des *Lolos*, sont-ils dégénérés, crétins et goitreux, et d'une malpropreté repoussante.

Le *Pou-Tou-Ho* conflue par 26° 5′ lat. N. et 100° 25′ long. E. de Paris environ. A partir de ce point le *Yang-tse-Kiang* se déroule dans un dédale de montagnes escarpées et dénudées, et descend, avec une rapidité de foudre, dans un couloir sombre

(1) Par G. Grillières. La Géographie, t. XI, pp. 285-292.

et impressionnant, où il forme, en aval de ces gorges et jusque *Kiao-Kia-Ting*, distant de 150 kilomètres, une série de puissants rapides.

De *Kiao-Kia-Ting* (550 mètres d'altitude), M. *Grillières* a franchi, en une courte étape, le col de 2200 mètres, d'où il est descendu dans la vallée de *Niéou-Lan-Kiang*. L'aspect du pays est aussi chaotique, et les difficultés de passage aussi grandes que dans la vallée du *Pou-Tou-Ho*, car les gorges sont plus profondes et les escarpements plus verticaux. Après quelques jours de marche, au cours desquels on put s'assurer que les habitants, très clairsemés, sont de véritables sauvages, vivent en partie dans des grottes, et courent complètement nus comme à l'âge de la pierre, les explorateurs constatèrent l'épanouissement de la vallée. " On voit quelques cultures, la population augmente, les montagnes s'abaissent, le pays entier s'humanise. Les villages succèdent aux villages ; une population chinoise d'une inouïe densité se presse dans ces agglomérations, semées au milieu de magnifiques champs de riz ou de pavots, et pendant plus de 300 kilomètres, c'est un enchantement des yeux. La plaine riche et fertile offre une merveilleuse route pour une voie ferrée se dirigeant vers le *fleuve Bleu*. „ Pour éviter le chaos du cours inférieur du *Niéou-Lan-Kiang*, et atteindre *Soui-Fou*, il suffira de conduire le rail dans la vallée du *Laoua-Tan*. C'est la perspective pour la France de posséder bientôt la route la plus courte et la plus facile pour se rendre d'*Europe* dans les provinces occidentales de la Chine.

Rentré à *Yun-nan-sen*, M. *Grillières* se mit en route pour la seconde partie de son voyage : le *Tibet oriental*. Il se dirigea vers le *fleuve Bleu*, par *Outing*, *Machang* et *Youn-Pé*. A *Li-Kiang*, situé sur le long plateau contourné par le coude que le fleuve décrit vers le Nord, et qui a été signalé en tout premier lieu par M. *Ch. Eudes Bonin*, l'explorateur s'engagea dans l'énorme massif, situé entre le *Yang-tse-Kiang* et le *Mékong*, et, postérieurement au 18 juillet 1903, il franchit la puissante crête qui sépare ce dernier, qu'il avait traversé à la mission de *Tseu-Kou*, de la *Salouen*. Entre *Pondam*, situé sur la *Salouen*, et le plateau tibétain, " l'*Himalaya* détache une série de nervures colossales, séparées par des sillons de 2000 à 3000 mètres de profondeur, au fond desquels coulent, avec une violence inouïe, la *Salouen*, le *Tan-Tsa-Long*, le *Kiu-Kiang*, et leurs affluents : c'est une des régions les plus bouleversées qu'on puisse concevoir „. Celui qui s'aventure dans ces parages, où la forêt

est des plus épaisses, et le pays fort pauvre et désert, doit chaque jour s'élever de 2000 à 3000 mètres, les redescendre le lendemain, pour les remonter encore et les redescendre ensuite; cela a été le sort de la mission *Grillières*, qui a été obligé, pour ne pas courir à une perte certaine, de battre en retraite sur la *Salouen*, et de se contenter, pour toute nourriture, de fougères et de racines. L'explorateur reprit la direction de *Tseu-Kou*, d'où il gagna, en traversant la *Birmanie*, *Rangoun* et *Calcutta*.

Canaux en Prusse. — L'Allemagne est dotée de deux réseaux navigables : celui de l'Ouest industriel, et celui de l'Est agricole, que le gouvernement aurait voulu relier par une puissante artère au *Mittelland-Kanal*. Mais il a fallu compter avec les agrariens, qui ont obtenu que toutes les voies navigables soient soumises au péage, et le Reichstag s'est borné à voter la construction du premier tronçon du grand canal central. Il sera amorcé au *Rhin* à *Ruhrort*, et rejoindra à *Herne* le canal de *Dortmund* à l'*Ems* ; puis un canal reliera *Bevergern*, sur l'*Ems*, à *Bückeburg* sur le *Weser* et à *Hanovre*.

Nous ne tenons pas compte de divers embranchements. Grâce à cette importante voie navigable, le Rhin sera mis en communication avec le port d'*Emden*, dont l'outillage n'a guère été utile jusqu'ici.

Dans la *Prusse orientale*, il sera creusé un puissant canal entre *Stettin* et *Berlin*, qui sera ainsi relié à la mer ; on améliorera 1° le canal qui relie le bassin de l'*Oder* et la *Vistule;* 2° la *Warthe*, depuis *Posen* jusqu'au confluent de la *Netze*, 3° enfin on canalisera l'*Oder*, depuis *Breslau* jusqu'au confluent de la *Neisse de Glatz*.

Ce nouvel outillage économique coûtera la grosse somme de 418 millions de francs.

Bizerte (1). — Aux yeux des marins et des diplomates, *Bizerte*, le grand port de la *Tunisie*, constitue la clef de voûte de l'équilibre méditerranéen, grâce à son admirable situation géographique. Placée au point le plus septentrional de l'*Afrique*, sur la route de *Gibraltar* à *Port-Saïd*, elle surveille *Malte* et le canal africano-sicilien, et commande le bassin occidental et le bassin oriental de la *Méditerranée*.

" Ce merveilleux point d'appui qui jalonne la route des *Indes*

(1) Par Henri Moreau. L'EUROPE COLONIALE, 24 septembre 1905.

est... une station stratégique de premier ordre, doublée d'un lac qui s'offre à toutes les transformations désirables et d'un port commercial qui aspire justement aux destinées d'une grande cité maritime. „

Pour augmenter l'importance militaire et économique de *Bizerte*, il faut y établir un dépôt de charbon. L'organisation normale de ce dépôt implique, pour les navires charbonniers, un fret de retour à transporter au port par une voie ferrée d'une centaine de kilomètres, qui s'enfoncera à l'ouest parallèlement à la côte. Or ce fret lourd se trouve dans la région des *Nefzas* où existent de riches gisements de minerai de fer et de calamine. Mais jusqu'ici l'autorité militaire s'est énergiquement opposée à la construction de la voie ferrée, et il ne semble pas que la chambre de commerce de *Bizerte*, qui a protesté, soit à la veille d'obtenir gain de cause.

F. Van Ortroy.

BOTANIQUE

—

Les végétaux de l'Afrique tropicale française (1). — Sous ce titre M. Aug. Chevalier, le sympathique chef de l'expédition scientifique du Chari Tchad (Afrique centrale), a publié, sous le patronage de M. le Professeur Edm. Perrier, directeur du Muséum d'Histoire naturelle de Paris et de M. É. Roume, Gouverneur général de l'Afrique occidentale française, le premier fascicule d'une série d'études scientifiques et agronomiques, qu'il se propose de faire paraître sur les matériaux recueillis pendant ses campagnes africaines, et pour lesquelles il a demandé la collaboration de nombreux savants français et étrangers.

Le travail que nous offre aujourd'hui M. Chevalier, a un très grand intérêt ; aussi croyons-nous qu'il pourra être utile aux lecteurs de trouver ici une analyse du premier fascicule de cet ouvrage, que nous souhaitons voir suivi bientôt d'un second.

Le volume débute par un programme, dans lequel l'auteur annonce qu'après avoir examiné des questions générales, telles

(1) *Les Végétaux utiles de l'Afrique tropicale française.* Études scientifiques et agronomiques publiées sous le patronage de MM. Perrier et Roume. Vol. I, fasc. I. Rue de Buffon, 41, Paris.

que celle de l'histoire de l'agriculture dans l'Afrique tropicale occidentale, il envisagera des questions plus spéciales, parmi lesquelles il cite : les plantes à caoutchouc; les cotonniers et leur culture ; les caféiers ; *Coleus* alimentaires ; cacaoyer à la côte d'Afrique, variétés d'*Elaeis*, leur culture et leur exploitation, arachide, plantes vivières indigènes, colatiers, bois, plantes fourragères. Ce plan est très vaste et toutes les questions dont l'auteur compte pouvoir, dans la suite, entretenir les lecteurs, sont de la plus haute importance au point de vue de l'avenir des colonies de l'Afrique tropicale, qui dépend, peut-on dire, presque uniquement du développement de l'agriculture. Nous pouvons d'autant plus insister sur l'importance de ces questions, que nous-même nous avons vu la pauvreté des renseignements que l'on possède sur plusieurs d'entre elles ou leur éparpillement dans les livres et innombrables revues, et avons essayé de résumer les connaissances acquises sur les plantes à caoutchouc, l'arachide, les bois, les plantes fourragères, spécialement au point de vue congolais, soit dans certains travaux spéciaux, soit dans nos Notes sur quelques plantes utiles et intéressantes de la flore du Congo.

C'est par l'historique de l'agriculture en Afrique occidentale que s'ouvre l'ouvrage de M. Chevalier. Il nous donne, pour la première fois, un exposé très détaillé, et des plus documentés, des phases par lesquelles a passé l'agriculture avant d'être arrivée à l'état dans lequel elle se trouve actuellement. Il admet que le manioc, le maïs, l'arachide, l'ananas, et peut-être l'igname et la patate ont été apportés vers le xve siècle sur le continent noir. Tous les auteurs sont loin d'être d'accord sur cette question d'introduction. Pour ne citer qu'une des plantes de cette énumération, l'arachide, nous dirons que des discussions de botanistes, des récits de voyageurs émettent nettement l'idée de l'origine africaine de l'arachide, qui a d'ailleurs pris une importance prépondérante dans certaines régions de l'Afrique tropicale, en particulier dans certaines colonies françaises. Mais ces divergences d'opinion, sur lesquelles nous ne croyons pas devoir insister ici, sont sans grande importance pour la conclusion que M. A. Chevalier désire tirer de son exposé et qui est des plus exactes. Il est sans conteste que l'introduction de ces plantes, ou tout au moins leur mise en culture, a substitué un état social basé sur l'agriculture à un état de vie précaire, dans lequel se trouvaient les indigènes vivant des produits de la chasse et de la pêche et de ceux qu'ils recueillaient au hasard dans les forêts et dans les steppes. Nul ne contestera ce fait, pensons-nous ; il

semble universellement admis aujourd'hui que l'agriculture est le premier et le plus important facteur de la colonisation et de la civilisation.

Nous ne pouvons malheureusement suivre, pas à pas, M. A. Chevalier dans son examen des " Introductions faites par les Portugais „, et du rôle joué par les grandes Compagnies du XVIIe et du XVIIIe siècle. Il serait, nous n'en doutons pas, intéressant de remettre sous les yeux du lecteur le texte si précis que le Père Labat écrivait en 1728, mais nous ne voulons pas déflorer complètement l'ouvrage de notre confrère et ami, et devons engager simplement tous ceux qui s'intéressent à la colonisation de méditer les quelques lignes de la page 5. Bien qu'écrites à l'adresse des Français, elles peuvent s'appliquer à beaucoup d'autres pays.

Nous ne pouvons non plus insister ici sur le voyage du botaniste français Adanson, dont le nom est conservé à la postérité dans celui du géant de l'Afrique tropicale, le " Boabab „ ou *Adansonia*.

Adanson fut certes le précurseur de la colonisation agricole en Afrique occidentale. M. Chevalier estime que c'est à l'instigation des projets d'Adanson, extraits des manuscrits que l'on a retrouvés, que furent fondés les premiers jardins coloniaux français de la Réunion et de la Martinique, qui servirent d'exemple aux autres pays colonisateurs.

Le XIXe siècle qui vient de finir devait naturellement fixer plus spécialement encore l'attention de M. Chevalier ; il nous décrit avec soin et force détails les hauts et les bas de l'agriculture pendant cette période, faisant ressortir l'action énergique exercée sur son développement par certains hommes, auxquels l'agriculture comme la botanique sont redevables de leurs progrès. Citons parmi ceux-ci *Claude Richard, Perrottet, Heudelot ;* les botanistes leur ont dédié des plantes de valeur commerciale et industrielle, qui apprendront aux générations futures les noms de ces hardis pionniers de l'expansion française en Afrique.

Faut-il longuement insister sur les débuts de la culture de l'arachide, que l'on semble rapporter avec assez de justesse à M. Hilaire Maurel ? Nous ne le pensons pas ; signalons cependant que ce Français fut le promoteur de l'utilisation en Europe de cette graine devenue si importante. Le nom de cet agriculteur prévoyant est conservé en Sénégambie, où tous les indigènes connaissent l'hilaire, l'instrument destiné à préparer la terre pour cette culture productive.

M. Chevalier insiste ensuite sur les progrès de l'agriculture au Sénégal sous Faidherbe, puis pendant la période contemporaine, qui pour lui débute vers 1880. Il dénomme cette dernière : " Période des jardins d'essais ". On en créa, en effet, dans divers coins de l'Afrique occidentale, et leurs résultats, combinés avec ceux des nombreuses missions organisées vers ces régions, amenèrent l'obtention de renseignements précieux pour la diffusion de certaines plantes de grande culture.

Cette période des jardins d'essais méritait donc un examen plus approfondi, car il y avait lieu de faire bien ressortir et de faire bien saisir leur importance que certains se sont plu parfois à nier. L'auteur passe donc en revue les jardins suivants de l'Afrique occidentale : Jardin de Richard Toll (Bas-Sénégal), 1816 ; Jardin de Sor près de Saint-Louis (Sénégal), 1898 ; Jardin de Hann près de Dakar (Sénégal), 1903 ; Jardin du Pénitencier de Thies (Sénégal), 1885 ; Jardin de Koti (Moyen-Niger), 1897 ; Jardin de Kouli-Koro (Moyen-Niger), 1902 ; Jardin de Bobo-Dioulasso, et Écoles indigènes pour la récolte et la préparation du caoutchouc ; Jardin de Camayen (Guinée Française), 1897 ; Jardin de Dalni (Côte d'Ivoire), 1896 ; Jardin de Bingerville (Côte d'Ivoire), 1900 ; Jardin de Porto Novo (Dahomey), 1902.

Pour le Congo Français et ses dépendances, l'auteur nous cite : Jardin de Libreville, 1850 ; Jardin de Brazzaville, 1901 ; Jardin de Krebedji (Fort-Sibut), 1902. Outre ces jardins officiels, certaines missions religieuses : Libreville, Mayomba, Brazzaville, Bangui, Bessou possèdent des vergers, des fermes qui sont des centres agronomiques d'où partent des enseignements très utiles aux noirs.

Cet exposé terminé, M. Chevalier se demande quelles doivent être les attributions de ces stations agricoles tropicales éparpillées, qui n'ont pas toujours rempli le but pour lequel on semble les avoir créées. Afin de répondre en connaissance de cause à cette question très épineuse, M. Chevalier examine ce qui a été fait dans les autres colonies africaines. Il déduit de cette comparaison que, pour donner le maximum de résultats, il faudrait que les directeurs de ces stations pussent concentrer leurs efforts sur un petit nombre de sujets d'expérience et que ces expérimentations fussent établies sur une assez grande échelle. Cette conclusion est on ne peut plus judicieuse. En multipliant les essais, comme on le fait malheureusement trop souvent, on donne un travail insensé au directeur, qui ne peut plus tenir note des stades de développement et qui, au bout de peu de temps,

accablé par la besogne, renonce à toute recherche sérieuse, laissant les essais presque à l'abandon, envoyant en Europe des renseignements incomplets sur lesquels on ne peut tabler. A l'appui de sa conclusion, M. Chevalier cite quelques exemples de cultures à faire. Nous nous plaisons à les rappeler ici. Dans la zone saharienne, au contact du Sahara, il y aurait lieu d'étudier le dattier et les fourrages; dans la zone soudanaise, le cotonnier; dans la Guinée française, les arbres fruitiers à produits d'exportation : ailleurs, ce seront les plantes à caoutchouc, les palmiers à huile, les cocotiers, les colatiers, les cacaoyers ; au Congo ce seraient les arbres et les lianes à caoutchouc. " Les Jardins d'essais d'Afrique, dit M. Chevalier, doivent s'atteler courageusement à l'étude de ces grandes questions et leurs expériences ne doivent plus porter sur des carrés de plantations ayant quelques mètres de côté, comme elles l'ont trop souvent fait jusqu'à ce jour. L'ère des tâtonnements pendant laquelle on cultivait *n'importe quoi* doit être définitivement close. „ Cette phrase devrait rester gravée devant les yeux de tous ceux qui doivent diriger, soit en Europe soit dans les colonies, un Jardin d'essais. Si l'on ne s'en tient pas à cette règle, on peut être assuré de se perdre dans des détails au grand détriment de l'avenir de l'agriculture et, par suite, du pays.

Nous n'insistons pas ici sur le troisième chapitre qui s'occupe des essais d'introduction des diverses plantes dans le centre africain, et du Jardin fondé à Fort-Sibut par la mission Chevalier; ce chapitre, très important pour tous ceux qui s'occupent de l'Afrique d'une façon spéciale, est d'intérêt général secondaire.

Le dernier chapitre du premier fascicule de cette publication marquante est dû à la collaboration de MM Chevalier et Ém. Perrot; il traite des pommes de terre des pays chauds, c'est-à-dire des *Coleus*, ces labiées à tubercules comestibles.

Il serait peut-être intéressant de résumer l'historique de cette question qui n'avait pas encore été présenté ; à diverses reprises il a été question des *Coleus* dans les périodiques coloniaux, mais nous ne pouvons aller plus loin ici. Cependant un résumé des conclusions générales sera utile, car il se pourrait que des lecteurs, africains ou anciens africains, fussent à même de nous donner pour le Congo des renseignements nouveaux. Le genre *Coleus* est répandu en Afrique tropicale et souvent méconnu. La mission Chevalier a eu l'occasion de trouver dans les régions parcourues par elle trois espèces de ce genre cultivées assez couramment par l'indigène ; une quatrième se trouvait à l'état spontané

dans les environs de Brazzaville. Le *C. rotundifolius*, parfois dénommé " pomme de terre de Madagascar ", est l'espèce la plus répandue : on la rencontre à Madagascar, Maurice, sur le continent africain, à Java, Ceylan et dans les Indes orientales. Ce fut cette plante que le regretté Prof. Cornu du Muséum d'Histoire naturelle de Paris avait dénommée *Plectranthus Coppini*, et qui, sous ce nom, fit parler beaucoup d'elle.

On en connaît déjà quatre variétés importantes : var. *javanica*, *nigra* ou " Ousson-ni-fing " des Bambaras, *alba* ou " Ousson-nigue " des Malinkes, enfin la var. *rubra*.

Le *Coleus Dazo*, ou Dazo des indigènes, espèce déterminée par Chevalier, est, comme la précédente, cultivée largement dans plusieurs régions du centre de l'Afrique, et ses tubercules sont d'avenir.

De toutes les pommes de terre de ce groupe, la plus importante, pour l'Afrique, paraît être le *C. Langouassiensis*, une espèce découverte également par la mission Chevalier, et dont la culture est actuellement localisée dans une petite région de l'Oubangui. Cette espèce donne, après six mois de culture, une récolte à peu près égale à celle fournie par le manioc en trois fois plus de temps.

Pour donner une idée du rendement de ces plantes, nous donnons ci-dessous les chiffres obtenus par M. Martret à la station de Fort-Sibut :

Coleus tuberosus.	Saison des pluies.	Saison sèche.
	Var. *rubra* et *alba*.	
Multiplic. par tubercules	50 kil. à l'are	20 à l'are
" boutures	45 "	"
	Var. *nigra*.	
Multiplic. par tubercules	60 kil. à l'are	25 à l'are
" boutures	52 "	"

Le *C. Dazo* donne un rendement beaucoup plus considérable que M. Martret estime à 2 kilos par pied. En comptant 150 touffes à l'are, on pourrait estimer la récolte à 30 tonnes à l'hectare. Quant au *C. Lagouassiensis*, il donnerait 425 kilos de tubercules à l'are.

Il y a donc dans ces espèces végétales un légume de valeur pour les régions tropicales, peut-être même pourrait-on essayer de l'introduire en Europe, car le goût de ces tubercules rappelle, paraît-il, celui de notre pomme de terre ordinaire.

É. D. W.

NOTES

—

De l'opportunité de la création d'un cours de transport dans les universités. — Les changements profonds intervenus au cours de ces dernières années dans l'industrie des transports, et les applications de plus en plus nombreuses de l'électricité et des moteurs légers en général, réclament, dans les études de l'ingénieur, un enseignement plus complet et mis à jour sur la matière.

Le cours de chemin de fer est actuellement le seul qui se rapporte directement à l'industrie des transports. Ce cours lui-même présente certaines lacunes, et on y chercherait en vain les notions techniques relatives aux tramways et à l'automobilisme.

Sans doute, dans les cours de mécanique appliquée et de construction de machines, on introduit parfois des notions sur les moteurs légers; mais elles restent vagues, et sont de tous points insuffisantes dans l'état actuel des choses. D'ailleurs, ce n'est pas dans le cours de mécanique appliquée ou de construction de machines qu'un enseignement technique, relatif aux tramways et aux automobiles de tous genres, trouve sa place naturelle, mais bien à côté de celui des chemins de fer tel qu'il est actuellement professé, et il y aurait lieu, semble-t-il, de les comprendre tous deux sous la dénomination générale de *cours de transport.*

Ce cours comporterait trois parties, à savoir : le cours de chemin de fer actuellement professé ; les applications de l'électricité aux chemins de fer, et les industries des tramways et des automobiles. L'étude des moteurs légers prendrait tout naturellement place dans cette troisième partie.

Le cours de chemin de fer tel qu'il est actuellement professé dans la plupart des universités nous paraît présenter une lacune : les descriptions et les études que comporte ce cours devraient comprendre les applications de l'électricité aux chemins de fer, déjà très nombreuses et très variées, et qui le deviendront de plus en plus.

A l'étranger, les applications électriques à la traction des trains, à la manutention dans les gares, à la manœuvre des voies et à l'éclairage sont déjà fort répandues. En Belgique, les applications de l'électricité à l'éclairage des gares, à celui des voitures et des signaux, à la manœuvre des appareils de la voie, etc., s'étendent beaucoup. L'extension des applications électriques à

la traction se fera aussi en Belgique à bref délai. Il importe donc de donner sans retard aux futurs ingénieurs des chemins de fer des connaissances suffisantes sur la matière.

On objectera peut-être qu'il suffira d'exiger des ingénieurs des chemins de fer de l'avenir des connaissances suffisantes en électricité, qui leur permettraient de s'élever très vite à la hauteur de leurs obligations. — Il est permis d'en douter. L'ingénieur électricien reçoit, en Belgique, une éducation complète, mais plutôt théorique. D'ailleurs, dans un cours d'électricité générale, on ne peut s'étendre sur les détails relatifs aux applications spéciales de l'électricité, telles que celles qui relèvent des chemins de fer. Elles exigent un enseignement approprié qui rentre dans le cadre du cours de chemin de fer, dont il fait partie intégrante, et pour lequel le professeur doit supposer connues les notions générales de l'électrotechnie.

Pendant ses dernières années d'études, l'élève ingénieur suit un cours d'électricité générale ; il est donc suffisamment armé pour saisir la technique des applications relatives aux chemins de fer. Encore cette partie du cours de transport devrait-elle lui être donnée, au point de vue pratique et descriptif, comme c'est d'ailleurs la règle pour le cours de chemin de fer actuel.

On pourrait peut-être, avec plus de fruit, réserver cette étude aux élèves qui suivent les cours de cette année complémentaire, en vue d'acquérir le diplôme d'ingénieur électricien. D'ailleurs, l'utilité, pour tous les ingénieurs, des cours de l'année complémentaire d'électricité, devient de plus en plus évidente. Le champ de l'électrotechnie s'agrandit chaque jour ; lui consacrer une année d'étude n'est pas superflu. Quoi qu'il en soit, l'utilité de cette addition au cours de chemin de fer tel qu'il est professé actuellement ne paraît pas contestable, et l'intervention de plus en plus grande de l'électricité dans la pratique des chemins de fer rend cette réforme urgente.

Pour ce qui concerne les tramways, maintenant que la traction électrique remplace à peu près partout la traction chevaline ou à vapeur, il est indispensable de donner à l'ingénieur, avant sa sortie de l'école, une connaissance approfondie de tous les détails de construction et de fonctionnement. Sans doute dans les cours d'électricité de l'année complémentaire ces connaissances ne sont pas négligées, mais on les envisage d'un point de vue différent de celui auquel devrait se placer le professeur du cours de transport, c'est-à-dire au point de vue de la construction et de l'exploitation. On ferait en cela ce que fait actuellement

le professeur du cours de chemin de fer, qui, dans certains chapitres, donne de la mécanique appliquée à la construction des chemins de fer à vapeur, tandis que le professeur du cours de mécanique appliquée envisage la question au point de vue des applications générales.

Quant à l'automobilisme, le développement énorme acquis par cette industrie et les combinaisons si ingénieuses et si compliquées, électriques et mécaniques, qu'elle comporte, ne permettent pas de laisser plus longtemps l'ingénieur dans l'ignorance de ces applications spéciales.

En résumé, nous croyons opportun pour la réputation de nos ingénieurs belges, d'introduire dans l'enseignement technique des universités un cours nouveau, ayant essentiellement pour objet l'industrie du transport envisagée sous les diverses formes d'application actuelle.

J. Carlier.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE

—

Dr A. Krazer. — Verhandlungen des dritten internationalen Mathematiker-Kongresses in Heidelberg vom 8. bis 13. August 1904, herausgegeben von dem Schriftführer des Kongresses. Un vol. in-8 de 755 pages, avec figures et planches hors texte. Leipzig, Teubner, 1905.

L'importance scientifique du troisième Congrès international des Mathématiciens est mise nettement en lumière dans ce volume publié par les soins de M. Krazer. Une belle planche, servant de frontispice, rappelle le lieu de réunion, Heidelberg. La première partie (pp. 3-54) expose la préparation du Congrès et son programme ; elle contient aussi la liste de ses membres, et un résumé de ses séances. La seconde partie (pp. 59-713) reproduit les communications des membres du Congrès : le beau discours de M. Königsberger à la gloire de Jacobi, dont le Congrès fêtait le centenaire ; les travaux lus en séances publiques : *le Problème moderne de l'intégration des équations différentielles*, par M. Painlevé ; *l'Histoire de la théorie mathématique de la toupie*, par M. Greenhill, de Londres ; *la Géométrie moderne et*

ses liens avec l'Analyse, par M. Segre, de Turin ; enfin, *les Leçons de Riemann sur la série hypergéométrique et leur importance*, par M. Wirtinger, de Vienne. Viennent ensuite les travaux communiqués dans les six sections du Congrès, et qui sont au nombre de soixante-six. La troisième partie se rapporte à une exposition de livres, de modèles et d'appareils, à laquelle M. Distelli consacre un intéressant rapport. Il est suivi de trois notes : *sur la Machine à calculer de Leibniz*, par M. Runge ; *sur l'Évolution des formes géométriques*, par M. H. Wiener ; et *sur l'emploi des appareils à projection, dans l'enseignement des mathématiques*, par M. F. Schilling.

L. Couturat. — L'Algèbre de la Logique (Collection *Scientia*). Un vol. in-8° de 100 pages. Paris, Gauthier-Villars.

Exposé court, précis et clair de ce qu'il y a d'essentiel dans l'*Algèbre de la Logique*, dont l'auteur montre la portée dans la conclusion de son livre : " *L'Algèbre de la Logique* n'est, à proprement parler, que l'algèbre de la logique classique ; comme celle-ci, elle reste enfermée dans le domaine circonscrit par Aristote, à savoir le domaine des relations d'inclusion entre des concepts et des relations d'implication entre des propositions. Certes la logique classique (même abstraction faite de ses erreurs et de ses superfétations) était beaucoup plus étroite que l'algèbre de la logique : elle était presque entièrement confinée dans la théorie du syllogisme, dont les bornes paraissent aujourd'hui bien restreintes et bien artificielles. Néanmoins, l'Algèbre de la logique ne fait encore que traiter, avec beaucoup plus d'ampleur et de généralité, des problèmes du même ordre ; elle n'est, au fond, pas autre chose que la théorie des ensembles considérés dans leurs relations d'inclusion ou d'identité. Or la logique doit étudier bien d'autres espèces de concepts que les concepts génériques (concepts de classes), et bien d'autres relations que la relation d'inclusion (de subsomption) entre de tels concepts. Elle doit, en un mot, se développer en une logique des relations, que Leibniz a prévue, que Peirce et Schröder ont fondée, et que MM. Peano et Rusell paraissent avoir établie sur des bases définitives. Or, tandis que la logique classique et l'algèbre de la logique ne sont d'aucune utilité aux Mathématiques, celles-ci trouvent au contraire dans la logique des relations leurs concepts et leurs principes fondamentaux ; la véritable logique des Mathématiques est la logique des relations. L'algèbre de la logique elle-même relève de la logique pure, en tant que théorie mathé-

matique particulière, car elle repose sur des principes que nous avons implicitement postulés, et qui ne sont pas susceptibles d'expression algébrique ou symbolique, parce qu'ils sont le fondement de tout symbolisme et de tout calcul. On peut donc dire que l'algèbre de la logique est une logique mathématique, par sa forme et par sa méthode; mais il ne faut pas la prendre pour la logique des *Mathématiques*. Le fond de l'algèbre de la logique intéresse donc surtout les philosophes: souhaitons que la forme, purement mathématique, ne les rebute pas.

M. Doll und **P. Nestle**. — Lehrbuch der praktischen Geometrie. Zweite Anflage. Un vol. in-8° de 164 pages avec 145 figures dans le texte. Leipzig, Teubner, 1905.

Exposé net et pratique du travail de l'ingénieur sur le terrain : arpentage, nivellement, raccordement, profils, etc.

Maurice Koechlin. — Recueil de Types de Ponts pour Routes. *Texte :* un vol. grand in-8° de 306 pages avec figures. *Atlas :* un vol. in-4°, planches repliées : Pont de 4 mètres à une voie, et à deux voies ; pont de 8 mètres à deux voies ; pont de 10 mètres à une voie : pont de 15 mètres à deux voies : pont de 20 mètres à une voie ; pont de 25 mètres à deux voies ; pont de 30 mètres à une voie *(Encyclopédie des Travaux publics* fondée par M.-C. Lechalas). Paris, Ch. Béranger.

Les types de ponts étudiés dans ce Recueil sont ceux qui répondent le mieux aux besoins courants du service des routes et chemins. Ce qui se rapporte à chaque type forme un ensemble complet pouvant se lire séparément et comportant la note des calculs, le mètre et les dessins tels qu'on les établit dans les projets d'exécution.

Les premiers chapitres, très courts, donnent quelques conseils et des considérations générales destinés à guider les ingénieurs et les agents dans l'étude des projets de ponts différents des types étudiés. On y trouve également le développement d'un certain nombre de formules moins usuelles, notamment celles qui se rapportent au cisaillement et à la rivure. Enfin, un certain nombre de tables, publiées par la Compagnie des chemins de fer de l'Est, ont été reproduites et permettent de simplifier les calculs des moments d'inertie, des surfaces et des poids.

L. M. Granderye. — L'industrie de l'or. Un vol. petit in-8° avec 15 figures *(Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire)*. Paris, Gauthier-Villars.

L'auteur s'est surtout attaché à décrire avec soin les procédés d'extraction de l'or employés de nos jours depuis la battée, le sluice, jusqu'à l'amalgamation, la cyanuration et la chloruration. Ces deux derniers, qui font la base de toute installation dans les pays les plus producteurs, Amérique, Afrique du Sud et Australie, sont largement étudiés dans tous leurs détails. Leur étude est précédée de celle de la production de l'or dans les différentes régions, de la description des appareils de broyage, de classement, etc... qui accompagnent tout grand moulin à or, et de la méthode qui convient le mieux au terrain à exploiter.

L'analyse des minerais et l'affinage de l'or complètent le volume.

P. Nicolardot. — Le Vanadium. Un vol. petit in-8° *(Encyclopédie scientifique des Aide-mémoire)*. Paris, Gauthier-Villars.

Histoire d'un métal hier encore des plus rares, presque inutilisé, et dont l'emploi semblerait aujourd'hui devenir général, tel est le contenu de ce petit livre. Découverte du vanadium, diffusion, minerais, exploitation, emploi et usages du vanadium et de ses composés. A la fin de l'ouvrage se trouve retracée l'évolution d'une industrie née d'hier et appelée peut-être à un bel avenir.

C. Braun, S. J. — Ueber die Temperatur der Sonne. Une brochure in-8° de 25 pages. Münster, Aschendorff, 1905.

Excellente monographie, exposant les méthodes, résumant les recherches et formulant les conclusions relatives à l'un des problèmes les plus intéressants et les plus obscurs de l'Astronomie physique.

Cl. Roux. — Le Domaine et la vie du Sapin *(abies pectinata* Dc.) autrefois et aujourd'hui et principalement dans la Région Lyonnaise. *Essai de monographie dendrécologique,* avec tableaux, cartes et dessins hors texte (Extrait des Annales de la Société botanique de Lyon, xxx, 1905, notes et mémoires). Lyon, F. Plan, 1905.

Voici le plan général de ce mémoire. I. *Exposé des faits :* Le domaine du Sapin autrefois et aujourd'hui. 1. Origine des *Abies* et de l'*Abies pectinata.* 2. Domaine préhistorique du Sapin. Envahissement de l'Europe par les Conifères. 3. Domaine historique et actuel du Sapin en France. Les détails abondent surtout sur la région lyonnaise du Plateau Central, que l'auteur a étudiée et explorée personnellement à ce point de vue. 4. Domaine actuel

du Sapin hors de France. 5. Résumé d'ensemble. Aire de dispersion actuelle. — II. *Interprétation des faits:* facteurs écologiques d'où résulte l'aire actuelle du Sapin. 1. Classification des facteurs phytécologiques. 2. Influence des facteurs climatiques. 3. Influence des facteurs édaphiques. 4. Influence des facteurs biotiques. L'auteur insiste sur l'influence de l'homme et sur la mycotrophie: ce dernier point, notamment, a fait aussi l'objet de ses recherches personnelles. — III. *Compléments et conclusions.* 1. Physiologie et conditions de végétation du Sapin. 2. Comparaison avec les diverses essences indigènes. Tableau général. 3. Le Sapin au point de vue économique. Ses usages. Utilité des forêts de résineux. Le mémoire se termine par un *index bibliographique* (pp. 132-144) des travaux consultés ou à consulter.

W. Punk. — Entomologisches Adressbuch (Annuaire des Entomologistes). W. Punk, éditeur. Berlin, 1905.

Voici un ouvrage que les entomologistes accueilleront avec faveur. Une foule d'amateurs, d'étudiants, de commençants désirent savoir à qui s'adresser pour échanger leurs insectes, déterminer leurs trouvailles, diriger leurs études ou leurs recherches avec espoir d'un plus grand succès. Tous ces renseignements leur seront fournis par l'*Annuaire des Entomologistes.* Mais ce n'est pas aux étudiants seuls que s'adresse ce précieux recueil : il sera également utile aux travailleurs plus avancés, aux maîtres eux-mêmes, qui pourront là apprendre à se connaître, ce qui leur permettra de se communiquer leurs découvertes ou leurs matériaux d'étude. Sans compter que tous trouveront dans l'*Annuaire* un répertoire précieux des publications les plus importantes dont l'éditeur leur offre l'acquisition facile, en même temps que celle de tout ouvrage d'entomologie annoncé dans tout autre catalogue. L. N.

Armand Colin. — Dictionnaire encyclopédique illustré : 1000 pages, 80 000 mots, 1800 articles encyclopédiques, 4500 gravures, 300 cartes, 4 planches hors texte en couleur. Un vol. in-4° ($0^m,24 \times 0^m,19$), relié toile, 10 francs. Paris, A. Colin, 1905.

Ce titre dit assez l'érudition de ce nouveau dictionnaire ; qu'il nous suffise d'ajouter qu'elle est de bon aloi. L'impression et l'illustration sont dignes du fond qui est excellent, et son bon marché le met à la portée de toutes les bourses.

L. N.

R. P. F.-X. Simo, S. J. — I. Curso completo de Gramatica inglesa. — II. Compendio de la Gramatica inglesa, tercera edición. — III. Colección de Autores ingleses, gradualmente ordenados, trois volumes de xi-176, ii-153, vi-189 pages. Buenos Aires, Angel Estrada y Cia, 1904.

La netteté, la méthode, l'abondance des renseignements, le choix et le grand nombre des exemples et des modèles, font de cette collection une œuvre classique excellente et de tous points remarquable.

Ildefonso Serrano y Serrano. — Teofania ó Manifestación de Dios en las criaturas. Un vol. in-8° de xi-417 pages. Badajoz, Uceda hermanos, 1904.

Ouvrage d'apologétique, docte et pieux, s'adressant à des lecteurs instruits pour les conduire, par la contemplation des merveilles de la création, à la connaissance et à l'amour du Créateur.

Eugene Smith. — a Portofolio of Portraits of Eminent Mathematicians. Premier fascicule : douze planches grand in-4°. The Open Court publishing Company, Chicago, 1905.

Douze superbes planches — reproductions de gravures ou de tableaux célèbres — donnant les portraits de Descartes, Pythagore, Archimède, Fermat, Léonard de Pise, Euclide, Cardan, Leibnitz, Napier, Viète, Newton et Thales. Chaque portrait est accompagné d'une courte notice biographique.

P. Duhem. — Les Origines de la Statique. Tome I. Un vol. grand in-8° de iv-360 pages. Paris, A. Hermann, 1905.

M. P. Duhem a réuni dans ce volume les articles publiés dans cette Revue, sous le même titre, d'octobre 1903 à avril 1905. Il les a fait précéder d'une préface dont voici la conclusion : " La science mécanique et physique dont s'enorgueillissent à bon droit les temps modernes découle, par une suite ininterrompue de perfectionnements à peine sensibles, des doctrines professées au sein des écoles du moyen âge ; les prétendues révolutions intellectuelles n'ont été le plus souvent que des évolutions lentes et longuement préparées ; les soi-disant renaissances, que des réactions fréquemment injustes et stériles ; le respect de la tradition est une condition essentielle du progrès scientifique. „

Trois notes ont été ajoutées au texte primitif ; en voici l'objet :

A. *Sur l'identité de Charistion et d'Hériston ;* B. *Jordanus de Nemore et Roger Bacon ;* C. *Sur les divers axiomes d'où se peut déduire la théorie du levier.*

Annuaire de l'Université Laval, pour l'année académique 1905-1906. Un vol. in-8° de 188-lxi pages. Québec, 1905.

Organisation, population, vie interne, œuvres et travaux de l'Université Laval et du séminaire de Québec.

TABLE DES MATIÈRES

DU

HUITIÈME VOLUME (TROISIÈME SÉRIE)

TOME LVIII DE LA COLLECTION

LIVRAISON DE JUILLET 1905

—

La Radioactivité, par le **R. P. V. Schaffers, S. J.** . . 5

Utilité économique et physique des Forêts, par **M. C. de Kirwan** 53

Aperçu sur la Médecine mentale au moyen age, par **M. le Dr J. Cuylits** 74

Trypanosomes et Trypanosomiases, par **M. l'abbé Noguier.** 99

Les Origines de la Statique *(suite)*, par **M. P. Duhem** . 115

La Crise du Libre-échange en Angleterre et ses Conséquences 202

I. L'Évolution économique de l'Angleterre au XIXe siècle, par **M. G. Blondel.** 205

II. La Crise du Libre-échange, par **M. Ch. Dejace** . . . 221

III. L'Angleterre et la Politique mondiale, par **M. Achille Viallate.** 243

IV. Les Intérêts d'Anvers, par **M. Emm. de Meester** . . 265

V. L'Industrie sidérurgique, par **M. P. de Laveleye** . . 288

VI. La Politique des Traités, par **M. Ed. Van der Smissen.** 307

Bibliographie. — I. Encyclopédie des Sciences mathématiques pures et appliquées. Tome I, premier volume, fascicule 1er. Édition française, publiée sous la direction de Jules Molk, **M. O.** . . . 319

II. Cours de Navigation intérieure, par J.-B. de Mas, T. III, Canaux, **M. O.** 321
III. Leçons sur la Topométrie et la Cubature des terrasses, par Maurice d'Ocagne. **Éd. Goedseels.** 325
IV. Les Éclipses de Soleil, par G. Bigourdan, **J. T.** 328
V. Que vaut l'Alliance russe? par Marcel Rouffie, **B.** 329
VI. Les Secrets du Coloris, par G. de Lescluze, **G. Lechalas** 332
VII. Les Influences ancestrales, par F. Le Dantec, **H. L.** 338
VIII. Recherches anthropologiques en Égypte, par Ern. Chantre, **J. G.** 341
IX. Le Mobilier funéraire Gallo-Romain et Franc en Picardie et en Artois, par Cl. Boulanger, **J. G.** 347

REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES.

SCIENCES MILITAIRES, par **B.** 351
BOTANIQUE, par **É. D. W.** 356
BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE 358

LIVRAISON D'OCTOBRE 1905

Les nouveaux Aspects du Volcanisme, par **M. A. de Lapparent** 361

Le Mouvement antimécaniciste en Biologie, par **M. Victor Grégoire** 385

Le Monastère de Saint-Thomas et ses Serres chaudes au pied du Glacier de l'Ile de Jan-Mayen, par **M. E. Beauvois** 417

Le Scorpion Languedocien, par **M. J.-H. Fabre** . . . 465

Histoire d'une conquête astronomique, la Mesure de la Distance de la Terre au Soleil, par **M. l'abbé Th. Moreux** 476

Les Origines de la Statique *(suite)*, par **M. P. Duhem** . 508

Une Herborisation sur la Côte d'Azur, par **M. A. Proost**. 559

Variétés. — I. *La Nouvelle Mécanique du Colonel Hartmann*, par **M. G. Lechalas** 587

II. *La Corée aux Japonais*, par **M. J. Charles** . . 591

III. *Les Positions fortifiées de la Meuse*, par **E. J.** . 601

Bibliographie. — I. Cesaro E. Elementares Lehrbuch der Algebraischen Analyses und der infinitesimal Rechnung mit zahlreichen Uebungsbeispielen, **Ch. de la Vallée Poussin** 611

II. Œuvres de Laguerre. Tome II : Géométrie, **M. O.** 612

III. Leçons de Mécanique céleste, par H. Poincaré, **M. O.** 616

IV. De l'Acoustique dans les Églises par rapport à la Chaire, par le P. Greff, **X.** 621

V. La Coloration enseignée à l'École des Arts industriels, par G. de Lesclnze, **G. Lechalas.** 622

VI. Lehrbuch der praktischen Physik, von Friedrich Kahlrausch, **V. S.** 623

VII. Leçons sur l'Électricité, par Éric Gérard, **V. S.** 624

VIII. Leçons sur la Théorie des Gaz, par L. Boltzmann, seconde partie, **V. S.** 629

IX. Éléments de Chimie inorganique, par W. Ostwald, **V. S.** 630

X. Kritische Studien zur ältesten Geschichte der Chinarinde, von Josef Rompel. **H. Bosmans, S. J.** 631

XI. Flora descriptiva é ilustrada de Galicia, por el R. P. B. Merino, S. J., **L. N. S. J.** 638

XII. Technologie du Thé, par H. Neuville, **É. D. W.** 639

XIII. Précis historique, descriptif, analytique et photomicrographique des végétaux propres à la fabrication de la Cellulose et du Papier, par L. et M. Rostaing, et Fleury Percie du Sert, **É. D. W.** 640

XIV. L'Élevage au Soudan, par C. Pierre et C. Monteil, **É. D. W.** 641

XV. Le Mécanisme des Émotions, par le Dr P. Sollier. **G. Lechalas.** 642

XVI. Préparation aux carrières coloniales. Conférences faites par Le Myre de Vilers, Dr Vreille, L. Simon, E. Fallot, J.-B. Malon, Paris, L. Fontaine, M. Courant, Gérome, A. Liesse, augmenté d'un *Petit manuel d'hygiène des colons*, **É. D. W.** 648

XVII. Hambourg et les exigences de la Navigation moderne. Outillage et Trafic, par J. Charles, S. J., **M. E.** 650

Revue des recueils périodiques.

Ethnographie, par **J. Claerhout** 657

Géographie, par **F. Van Ortroy.** 662

Botanique, par **É. D. W.** 670

Notes, par **J. Carlier.** 676

Bulletin bibliographique 678

Table des matières des volumes LI à LVIII.

Louvain. — Imp. Polleunis & Ceuterick, 60, rue Vital Decoster, 60

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

Table des matières des volumes LI à LVIII

VOLUME LI

Livraison de janvier 1902

C. de Kirwan. Le véritable concept de la Pluralité des mondes, p. 5.
Dr Moeller. Les Sanatoria pour tuberculeux, p. 40.
Éd. Van der Smissen. Le Chèque et la Compensation, p. 64.
Mis de Nadaillac. Vers le Pôle nord, p. 88.
Éd. Capelle. Les Fours électriques, p. 145.
Vte R. d'Adhémar. Les Principes de la Mécanique et les Idées de Hertz, p. 173.
J. Thirion, S. J. Henri A. Rowland : Électrodynamique. — Réseaux de diffraction, p. 205.

VARIÉTÉS

Éd. Capelle. La Fabrication du carbure de calcium en France, au début de 1901, p. 232.
J. T. Troisième centenaire de la mort de Tycho Brahe, p. 248.

BIBLIOGRAPHIE

P. M. Jahresbericht der Deutschen Mathematiker-Vereinigung, herausgegeben von G. Hauck in Berlin und A. Gutzmer in Jena, p. 260.
J. T. Théorie analytique de la Chaleur, t. I, par J. Boussinesq, p. 262.
J. T. Œuvres scientifiques de Gustave Robin, réunies et publiées par Louis Raffy (Physique mathématique, Thermodynamique générale), p. 267.
V. S. Cours d'Électricité, t. I, par H. Pellat, p. 269.

L. T. Leçons sur les Moteurs à gaz et à pétrole, par L. Marchis, p. 274.
T. Annales célestes du XVIIe siècle, par A. G. Pingré, p. 275.
H. D. G., S. J. Les Carbures d'hydrogène, par M. Berthelot, p. 276.
G. Schmitz, S. J. Choix de Fossiles caractéristiques des dépôts sédimentaires, à l'usage des étudiants en géologie et des ingénieurs des mines, par Julien Fraipont, p. 280.
Dr Surbled. Le Transformisme médical, l'Évolution physiologique (Thérapeutique rationnelle), par le Dr H. Grasset, p. 283.
D. L. Les Cinq Parties du monde, Cours supérieur de Géographie, IIe partie, par Alexis-M. G., p. 285.
G. Lechalas. La Logique de Leibniz, par Louis Couturat, p. 289.
H. L. Spiritualité et Immortalité, par V. Bernies, p. 301.
P. S. Cours de Philosophie, Ier volume, Logique, par le P. A. Castelein, S. J., p. 306.
A. V. Cours d'Économie politique, t. I, par C. Colson, p. 309.
X. Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire : I. Le Vin, par H. Astruc. — II. Analyse des matières grasses, par G. Halphen. — III. Mesures électriques, par Eug. Vigneron, p. 314.

REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES

A. de Lapparent. Géologie : Les fossiles jurassiques des Indes Orientales. La Terre de l'Angara. La distribution du genre *Aucella*. Les dépôts miocènes en Egypte. L'Han-Haï et le Baïkal. Les tremblements de terre au Japon, p. 317.
N. S. Sciences industrielles : Un nouveau cours pratique de métallurgie à l'Ecole des Mines Columbia (New-York). Installations récentes de postes télégraphiques Marconi. Les locomotives électriques à grande vitesse de l'*Allgemeine-Elektricitäts Gesellschaft*. La construction de chemins de fer en Chine, p. 324.
J. T. Physique : De l'influence des courants de convection sur les indications d'instruments très sensibles. Les basses températures. Expériences faites aux températures très basses. Radio-activité. Lumière des bacilles phosphorescents de la mer Baltique. Expérience, p. 333.
F. Meunier. Médecine : Les propagateurs de la Filariose, du Paludisme et de la Fièvre jaune, p. 343.
Bulletin bibliographique et notes, p. 348.

Livraison d'avril 1902

—

A. de Lapparent. Atomes et Molécules, p. 353.
A.-J. Delattre, S. J. Trois Voyageurs vénitiens au XIIIe siècle (*Suite*), p. 388.
Éd. Van der Smissen. Le Chèque et la Compensation (*Suite*), p. 444.
Dr Moeller. L'Immunité contre les maladies infectieuses, p. 490.
L. Torres. Machines algébriques, p. 518.
P. Peeters, S. J. La Langue internationale, p. 547.

VARIÉTÉS

É. De Wildeman. A propos du Voandzou et de l'Arachide, p. 587.
J. Thirion, S. J. La Pression de la lumière, p. 595.

G. Hahn, S. J. Toute activité se réduit-elle au mouvement et à la force ? p. 607.

BIBLIOGRAPHIE

Ch.-J. de la Vallée Poussin. La Fonction gamma, théorie, histoire, bibliographie, par Maur. Godefroy, p. 623.
M. d'Ocagne. Leçons sur les Séries à termes positifs, par Émile Borel, rédigées par M. le Vte R. d'Adhémar, p. 626.
M. d'Ocagne. Cours de Mécanique, à l'usage des candidats à l'École centrale des Arts et Manufactures, par P. Appell, p. 630.
M. d'Ocagne. Résistance des Matériaux et Éléments de la théorie mathématique de l'Élasticité, par Aug. Föppl, p. 632.
M. d'Ocagne. Quelques réflexions sur la Mécanique suivies d'une première leçon de Dynamique, par É. Picard, p. 637.
E. F. Grundlinien der politischen Arithmetik, von Dr Moritz Kitt, p. 639.
J. T. Traité de Cinématique, par H. Sicard, avec des notes, par A. Labrousse, p. 642.
J. T. La Selenografia antica e moderna, studio storico-scientifico, di Bellino Carrara, S. J., p. 643.
J. Van den Gheyn, S. J. The Gold of Ophir. Whence brought and by Whom ? by Professor A. H. Keane, F. R. G. S., p. 644.
G. Lechalas. Le Compagnonnage, son histoire, ses coutumes, ses règlements et ses rites, par E. Martin Saint-Léon, p. 652.
E. R. Saint Anselme, par M. le Comte Domet de Vorges, p. 654.

REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES

H. Bosmans, S. J. Histoire des mathématiques : La Bibliotheca mathematica. L'astronomie des Chaldéens, par le R. P. Kugler, S. J. Le *Scienze esatte nell' antica Grecia, di Gino Loria.* Anatolius sur les dix premiers nombres, par MM. Heiberg et Paul Tannery. Une correspondance d'écolâtres du XIe siècle publiée par MM. Paul Tannery et l'abbé Clerval. *Stevin's Problemata Geometrica, door N. L. W. A. Gravelaar.* Lettres inédites adressées au Père Mersenne, publiées par M. Paul Tannery. *Il metro proposto come unita di misura nel 1675*, par Antonio Favaro, p. 659.
Dr H. Lebrun. Biologie : Lésions des cellules nerveuses sous l'influence de l'anémie aiguë. Nouveau procédé de section intracrânienne du trijumeau, du facial, de l'acoustique et des nerfs oculaires, chez le lapin. Recherches expérimentales sur les localisations motrices médullaires chez le chien et le lapin. Régénération et développement. Etude du premier développement de l'œuf d'ascidie. Sur la structure nucléolaire dans les cellules hypodermiques de la larve de *Carpocapsa.* Régénération de tissus composés de parties provenant de deux espèces. Autres expériences sur la régénération de tissus composés de parties dérivant de deux espèces. Le mouvement protoplasmatique est un facteur de différenciation. Une démonstration expérimentale de la régénération du pharynx de *Attabophora* aux dépens de l'endoderme. Sur la structure du protoplasme dans l'œuf des Echinodermes et de quelques autres animaux. La maturation et la fécondation de l'œuf de *Limax agrestis.* Recherches sur le développement de la ligne et du nerf latéral, chez les amphibiens. La spermatogénèse d'*Amphiuma*, p. 682.
V. D. B. Sciences agricoles, p. 691.
Bulletin bibliographique et notes, p. 698.

VOLUME LII

Livraison de juillet 1902

—

J.-H. Fabre. Les Halictes, p. 5.
Mis de Nadaillac. L'Age de cuivre, p. 28.
F. Deschamps. L'École historique du droit et la Sociologie, p. 59.
E. Beauvois. Les Croix précolombiennes chez les Mayas du Yucatan et des contrées voisines, p. 93.
J. Thirion, S. J. Alfred Cornu, p. 127.
G. Hahn, S. J. Les multiples organes de locomotion des Vertébrés, p. 147.
G. Lecointe. Vers le Pôle sud. Impressions éprouvées à bord de la *Belgica*, p. 173.

CORRESPONDANCE

L. Couturat et **P. Peeters, S. J.** Sur la langue internationale, p. 213.

VARIÉTÉS

P. P. Le Linceul du Christ, p. 231.
V. Schaffers, S. J. Le nouvel Enseignement scientifique en Angleterre, p. 245.
A. Proost. La Morphologie et les Mœurs des animaux au point de vue évolutionniste, p. 255.

BIBLIOGRAPHIE

H. Bosmans, S. J. Histoire des Mathématiques dans l'antiquité et le moyen âge, par H. G. Zeuthen, p. 265.
H. Bosmans, S. J. Bibliotheca scriptorum Graecorum et Romanorum Teubneriana : Euclidis opera omnia ediderunt J. L. Heiberg et H. Menge. Supplementum : Anaritii in decem libros priores Elementorum Euclidis commentarii. Ex interpretatione Gherardi Cremonensis in codice Cracoviensi 569 servata edidit Maximilianus Curtze, p. 275.
V. Schaffers, S. J. The experimental Study of Gazes, by Morris W. Travers, p. 280.
H. D. G. Thermodynamique et Chimie. Leçons élémentaires à l'usage des chimistes, par P. Duhem, p. 282.
J. T. Histoire de l'Observatoire de Paris, de sa fondation à 1793, par C. Wolff, p. 286.
E. Vanderlinden. Observatoire royal de Belgique. Annuaire météorologique pour 1902, p. 289.
F. G. Flore analytique et descriptive des provinces de Namur et de Luxembourg (Plantes indigènes et cultivées), par E. Pâque, S. J., p. 293.

J. G. Die Entdeckungen der Nordmannen in Amerika unter besonderer Berücksichtigung der kartographischen Darstellungen, von Jos. Fischer, S. J., p. 296.
G. Lechalas. La Dissolution opposée à l'Évolution dans les sciences physiques et morales, par André Lalande, p. 299.
J. Verest, S. J. Études esthétiques, par Georges Lechalas, p. 309.
A. V. L'Hygiène sociale, par Émile Duclaux, p. 314.

REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES

F. Van Ortroy. Géographie : Transalaï et Pamirs. Les dunes de France. Essai d'une carte hypsométrique du Maroc. Bassin hydrographique de la Sanga, p. 317.
É. De Wildeman. Botanique : Le Ruwenzori. Liste des plantes récoltées par l'expédition de Sir Harry Johnston sur les flancs du Ruwenzori entre 4500 et 13 000 pieds, p. 335.
J.-D. Lucas, S. J. Physique : Arc électrique. Arc-téléphone. Téléphonie sans fil au moyen de l'arc. Cinématographie du son, p. 339.

Livraison d'octobre 1902

J. Thirion, S. J. Ferdinand Lefebvre, p. 361.
C. de Kirwan. La science de la Vie et ses limites. p. 405.
A. Gautier. La Vie depuis les phénomènes de l'assimilation jusques à ceux de la conscience, p. 428.
Ch. Lambo, S. J. Une Algèbre française de 1484. Nicolas Chuquet, p. 442.
F. Meunier. Les Travailleurs de la mort. p. 473.
G. Lecointe. Vers le Pôle sud. Impressions éprouvées à bord de la *Belgica (Suite)*, p. 492.
A. Witz. L'Exposition de Dusseldorf, p. 554.

VARIÉTÉS

Cte F. de Montessus de Ballore. La Théorie sismico-cyclonique du Déluge, par Suess, p. 577.
C. de Kirwan. La Liberté, la Morale et la constance de l'Énergie, p. 589.
P. Mansion. Le Centenaire d'Abel (4-7 septembre 1902), p. 603.

BIBLIOGRAPHIE

E. Fagnart. Arithmétique commerciale (Opérations en marchandises), à l'usage de l'enseignement et du haut commerce, par Th. Klompers, p. 619.
P. M. Repertorium der höheren Mathematik (Definitionen, Formeln, Theoreme, Literatur), von Ernst Pascal. Autorisierte deutsche Ausgabe nach einer neuen Bearbeitung des Originals, von A. Schepp. II. Theil, Die Geometrie, p. 621.
J. T. Les Principes de la Mécanique rationnelle, par C. de Freycinet, p. 623.

V. S. Leçons sur la Théorie des Gaz, par L. Boltzmann, p. 624.
V. S. La Convention du Mètre et le Bureau international des poids et mesures, par Ch.-Ed. Guillaume. p. 627.
J. T. Le Mixte et la Combinaison chimique, essai sur l'évolution d'une idée, par P. Duhem. p. 629.
C. de Kirwan. L'Eau dans l'Alimentation, par F. Malméjac, p. 635.
F. Van Ortroy. L'Année cartographique, supplément annuel à toutes les publications de Géographie et de Cartographie, dressé et rédigé sous la direction de F. Schrader. 10e suppl., p. 638.
G. Lechalas. La Notion d'Espace au point de vue cosmologique et psychologique, par Désiré Nys. p. 641.
P. S. Benoît de Spinoza, par Paul-Louis Couchod, p. 647.
A. V. Le Bienheureux Bernardin de Feltre et son Œuvre, par le Père Ludovic de Besse, Capucin. p. 649.

REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES

A. de Lapparent. Géologie : Le terrain cristallophyllien dans les Alpes. Le silurien sur la mer glaciale. Le terrain carboniférien en Dalmatie. Les mammifères du tertiaire égyptien. Les conditions de formation du flysch. Les traces glaciaires en Herzégovine. L'ancien climat de l'Australie. L'attraction de l'Himalaya sur le fil à plomb, p. 654.
Dr A. Dumont. Hygiène : A propos de la prophylaxie de la peste. L'empoisonnement par les champignons. Conduite à tenir, au point de vue de l'allaitement, quand la nourrice devient malade. A propos de la stérilisation du lait, p. 662.
H. De Greef, S. J. Chimie : L'industrie chimique à l'Exposition de Dusseldorf, p. 670.
J.-D. Lucas, S. J. Physique : Arc-microphone. Arc chantant : sa production, son mécanisme, ses applications, expériences de Tesla, etc., syntonisation en télégraphie sans ligne. Piles au sélénium, p. 676.
Bulletin bibliographique et notes, p. 696.

VOLUME LIII

Livraison de janvier 1903

—

A. de Lapparent. L'Éruption de la Martinique, p. 5.
G. Van der Mensbrugghe. Sur une triple alliance naturelle, p. 37.
V. Schaffers, S. J. Les Électrons, p. 65.
Éd. Capelle. Le Congrès de la Houille blanche, p. 120.
G. Lecointe. Vers le Pôle sud. Impressions éprouvées à bord de la *Belgica (Suite)*. p. 164.
V. Lambiotte. Le Gisement houiller du nord de la Belgique, p. 209.
Dr Warlomont. Le Docteur Achille Dumont, p. 232.

VARIÉTÉS

É. De Wildeman. Le Thé et le Café, p. 250.
L. Banneux. L'industrie belge des pierres à rasoir, p. 255.

BIBLIOGRAPHIE

M. d'Ocagne. Cours d'Analyse mathématique, t. I, Dérivées et différentielles, Intégrales définies, Développements en séries, Applications géométriques, par Édouard Goursat, p. 266.

M. d'Ocagne. Eléments de la théorie des Fonctions elliptiques, t. III, et t. IV, Calcul intégral, par Jules Tannery et Jules Molk, p. 269.

M. d'Ocagne. Traité de Mécanique rationnelle, t. III, Equilibre et Mouvement des milieux continus, par P. Appell, p. 273.

B. L. Cours de Dessin scientifique à l'usage de l'enseignement moyen, normal et industriel, par O. Lambot, p. 281.

J. T. Réflexions sur la Puissance motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance, par Sadi Carnot, p. 285.

N. S. Encyclopédie industrielle. Traité pratique des Chemins de fer d'intérêt local et des Tramways, par Pierre Guédon, p. 288.

Edmond Leplae. La Betterave agricole et industrielle, par L. Geschwind et E. Sellier, p. 290.

C. de Kirwan. Notions de Géologie, par A. Raingeard, p. 293.

V. L. Cours d'Exploitation des mines, t. I, par Alfred Habets, p. 302.

A. V. Études sur la Compétence civile à l'égard des étrangers, avec un exposé sommaire de la loi qui leur est applicable, et mises en rapport avec la convention franco-belge du 8 juillet 1899, par P. de Paepe, p. 305.

REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES

J. T. Astronomie : Annuaire pour l'an 1903. Étoiles filantes et comètes, p. 308.

H. Bosmans, S. J. Histoire des mathématiques et des sciences : Histoire de la quadrature du cercle, par le P. Carrara. L'arithmétique des Grecs, par M. Gino Loria. La bibliographie de Pierre Apian, par F. Van Ortroy. Les œuvres de Neper, analysées par N. L. W. A. Gravelaar. La sélénographie de van Langren, par Wislicenus. Deux documents sur la profession de géomètre-arpenteur dans les Pays-Bas au XVIIIe siècle, p. 318.

C. de Kirwan. Sylviculture : Une forêt espagnole exploitée en France. Influence des températures printanières sur les végétaux ligneux. Fertilisation du sol par le Robinier *(Robinia pseudo-acacia)*. Chêne rouvre et chêne pédonculé. Végétation comparée du *Quercus pedunculata* et de sa variété *tardiflora*. Un conifère imputrescible, p. 344.

Livraison d'avril 1903

—

J. Thirion, S. J. Hervé Faye, p. 353.

Dr Hector Lebrun. L'Enseignement des Sciences biologiques aux États-Unis, p. 404.

Vte du Ligondès. Le Soleil des temps primaires, p. 445.

Éd. Van der Smissen. L'Impôt sur le revenu selon le système de l'*Income Tax* britannique, p. 464.

E. Pasquier. A propos du pendule de Foucault, p. 501.

G. Lecointe. Vers le Pôle sud. Impressions éprouvées à bord de la *Belgica (Suite)*, p. 516.

G. Hahn, S. J. L'Art de manger d'après les physiologistes modernes, p. 560.
P. M. Charles-L.-J.-X. de la Vallée Poussin, p. 575.

VARIÉTÉS

H. Bosmans, S. J. La nouvelle édition des pièces du Procès de Galilée, par A. Favaro, p. 578.
Dr Cuylits. Un cas de tumeur cérébrale, p. 599.

BIBLIOGRAPHIE

H. Bosmans, S. J. Spezielle algebraische und transcendente ebene Kurven Theorie und Geschichte von Dr Gino Loria. Autorisierte nach dem italienischen Manuskript bearbeitete Ausgabe von Fritz Schütte, p. 603.
P. P. Cours d'Analyse, t. I, Calcul différentiel, principes du Calcul intégral, Applications géométriques, par G. Humbert, p. 609.
G. Lechalas. Essai sur l'Hyperespace, le Temps, la Matière et l'Énergie, par M. Boucher, p. 615.
H. De Greeff, S. J. Notions fondamentales de Chimie organique, par Ch. Moureu, p. 620.
G. Schmitz, S. J. Abrégé de Géologie, 5e édit., par A. de Lapparent, p. 623.
Giard. Recherches sur la biologie et l'anatomie des Phasmes, par Robert de Sinéty, p. 625.
G. Lechalas. La Théorie de l'Émotion, par W. James, avec une introduction du Dr G. Dumas, p. 628.
G. Lechalas. L'Idée d'Évolution dans la nature et dans l'histoire, par G. Richard, p. 631.
C. de Kirwan. L'Amour sain, par le Dr Surbled, p. 637.
C. de Kirwan La Magie moderne ou l'Hypnotisme de nos jours, par le R. P. M. Rolfi, O. F. M., traduit de l'italien par l'abbé H. Dorangeon, p. 640.
Z. Index Animalium, a Carolo Davies Sherborn confectus. Sectio prima a Kal. Jan. MDCCLVIII usque ad finem Decemb. MDCCC, p. 646.

REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES

G. H. Physiologie : Reviviscence du cœur humain. Les éléments constitutifs de la pourpre. La perméabilité des membranes animales. Etudes sur le suc pancréatique. Parthénogenèse chez les Echinodermes. Influence de l'altitude sur le sang. Hermaphrodisme chez les Poissons, p. 647.
É. D. W. Botanique : La laque des Indes. La flore du Krakatau. Christophe Colomb, premier planteur de canne à sucre en Amérique, p. 658.
H. R. Sciences agricoles, p. 665.
C. de Kirwan. Sylviculture : Genévrier millénaire. Un baobab remarquable. Les reboisements. Régénération des futaies. Du rôle de la mousse sur le sol forestier. Du rôle hydrologique des grandes masses boisées, p. 672.
J.-D. Lucas, S. J. Physique : Clapets électrolytiques. p. 684.
F. Van Ortroy. Géographie, p. 694.
Bulletin bibliographique, p. 698.

VOLUME LIV

Livraison de juillet 1903

—

J.-H. Fabre. Exode des araignées, p. 5.
A. de Lapparent. Les Cirques terrestres. Le Problème du Ries, p. 26.
Mis de Nadaillac. Le Transafricain, p. 45.
Éd. Van der Smissen. L'Impôt sur le revenu selon le système de l'*Income Tax* britannique *(Suite)*, p. 57.
H. Bosmans, S. J. La Carte lunaire de van Langren conservée aux Archives générales du Royaume, p. 108.
G. Lecointe. Vers le Pôle sud. Impressions éprouvées à bord de la *Belgica (Suite)*, p. 140.

VARIÉTÉS

G. Lechalas et **E. Pasquier.** A propos du pendule de Foucault, p. 211.
P. G. XXVe Anniversaire de la mort du P. Angelo Secchi, p. 215.
Cte F. de Montessus de Ballore. Les animaux prévoient-ils les tremblements de terre ? p. 228.
C. de Kirwan. Les Arbres et les Bois. Essai d'esthétique forestière, p. 236.

BIBLIOGRAPHIE

Vte R. d'Adhémar. Exposé synthétique des principes fondamentaux de la Nomographie, par Maurice d'Ocagne, p. 265.
M. O. Analyse infinitésimale à l'usage des ingénieurs. t. II, Calcul intégral, par E. Rouché et L. Lévy, p. 266.
M. O. Cours de Chemins de fer, par E. Vicaire et F. Maison. p. 270.
M. O. Cours de Navigation intérieure, t. I, Rivières à courant libre ; t. II, Rivières canalisées, par F. B. de Mas, p. 273.
H. Bosmans. S. J. Vorlesungen über Geschichte der Trigonometrie von Dr A. von Braunmühl, p. 277.
G. Lechalas. Œuvres de Descartes, par Charles Adam et Paul Tannery, t. VI, p. 280.
G. Lechalas. Opuscules et fragments inédits de Leibniz, par Louis Couturat, p. 286.
G. H. La Vie des Animaux illustrée, sous la direction de Edm. Perrier, vol. I, Les Mammifères, par A. Menegaux, p. 292.
C. de Kirwan. Traité de Sylviculture, t. I, Principales essences forestières, par P. Mouillefert, p. 304.
C. de Kirwan. La Géologie générale, par Stanislas Meunier, p. 308.
C. de Kirwan. Introduction scientifique à la Foi chrétienne, par Pierre Courbet, p. 314.

REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES

A. de Lapparent. Géologie : Le dévonien inférieur de l'Artois. La base du dévonien aux Iles Malouines. Le dévonien et le carbonifèrien en Afrique. Les formations à cailloux striés dans le paléozoïque du continent indo-africain. La région de Ratisbonne à l'époque jurassique. L'âge du terrain wealdien. Le jurassique et le crétacé en Nouvelle-Calédonie. La série sédimentaire de la Grèce. La classification des étages tertiaires par les nummulites. La tectonique des Alpes occidentales, p. 322.
V. D. B. Hygiène : Les cures d'eau et les cures d'air pendant l'hiver 1902-1903, p. 332.
J.-D. Lucas, S. J. Électrotechnie : Éclairage économique. Nouvelles lampes à incandescence, p. 337.
Bulletin bibliographique, p. 347.

Livraison d'octobre 1903

—

P. Mansion. Léon XIII (1810-1903), p. 353.
F. Kaisin. Charles de la Vallée Poussin, sa vie, ses travaux, p. 360.
H. L. L'Individualité dans le règne organique, p. 378.
G. Lecointe. Vers le Pôle sud. Impressions éprouvées à bord de la *Belgica (Fin)*, p. 440.
P. Duhem. Les Origines de la Statique, p. 462.
Éd. Van der Smissen. L'Impôt sur le revenu selon le système de l'*Income Tax* britannique *(Fin)*, p. 517.
C. Beaujean. Une page de l'histoire de la fortification. Le lieutenant général Brialmont (25 mai 1821 — 20 juillet 1903), p. 546.

VARIÉTÉS

J. Costanzo. L'influence du vent sur les mouvements tromométriques, p. 582.
C. de Kirwan. De la restauration, par la mise en défends, des montagnes pastorales, p. 587.

BIBLIOGRAPHIE

M. d'Ocagne. Notions de Mathématiques, par Jules Tannery, p. 594.
M. O. Leçons sur les Fonctions méromorphes, par Émile Borel, p. 597.
G. Lechalas. Essai philosophique sur les Géométries non-euclidiennes, par L. J. Delaporte, p. 600.
G. Lechalas. Traité élémentaire de Géométrie à quatre dimensions et introduction à la Géométrie à *n* dimensions, par E. Jouffret, p. 605.
G. Lechalas. Œuvres de Descartes, publiées par Ch. Adam et Paul Tannery, t. V, p. 610.
M. O. Théorie de la Lune, par H. Andoyer, p. 615.
J. T. Théorie analytique de la Chaleur, t. II, par J. Boussinesq, p. 617.
N. S. Traité théorique et pratique des Moteurs à gaz et à pétrole, t. I, par Aimé Witz, p. 620.

V. L. La Prospection des Mines et leur mise en valeur, par Maur. Lecomte-Denis, p. 622.
X. Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire : I. Gisements minéraux, par F. Miron.— II. Chaux, ciments et mortiers, par E. Candlot, p. 625.
G. H. Discursos leidos ante la real Academia de Ciencias exactas, físicas y naturales en la recepción pública de D. Victórino Garcia de la Cruz, p. 626.
É. D. W. Botanisch-Mikroskopisches Praktikum, par Möbius, p. 630.
É. D. W. Sylloge Algarum. vol. IV, par le Dr J.-B. De Toni, p. 631.
J. Van den Gheyn, S. J. L'Origine degli Indo-Europei, par E. De Michelis, p. 632.
G. E. Histoire des Croyances. Superstitions, Mœurs, Usages et Coutumes, par F. Nicolay, p. 640.
E. R. Anarchie morale et Crise sociale. par le R. P. Lucien Roure, S. J., p. 644.

REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES

É. D. W. Botanique : Le *beurre de coco* ou végétaline. Les Eucalyptus et leurs huiles essentielles. Le Baobab ou *Adansonia digitata*. Le curare, p. 648.
F. Meunier. Entomologie : Les larves et les métamorphoses des diptères, p. 659.
J.-D. Lucas, S. J. Électrotechnie : Lampe Nernst. Lampe Cooper-Hewitt, p. 667.
J. Carlier. Électrotechnie : La photométrie en électrotechnie, p. 678.
Dr R. W. Hygiène : XIe Congrès international d'hygiène et de démographie tenu à Bruxelles du 2 au 8 septembre 1903, p. 686.

VOLUME LV

Livraison de janvier 1904

—

G. Lemoine. Les travaux et la vie de Paul Hautefeuille, p. 5.
Mis de Nadaillac. Uganda et Est-Africain, p. 26.
Vte du Ligondès. Les dimensions de l'Univers, p. 71.
G. Van der Mensbrugghe. Sur une triple alliance naturelle, p. 88.
Vte G. Vilain XIIII (Discours du). Alphonse Proost, p. 105.
M. Lefebvre. Le Sang, p. 116.
J. Thirion, S. J. Le R. P. Guillaume Hahn, S. J., p. 133.

VARIÉTÉS

G. Lechalas. Les Confins de la Science et de la Philosophie au Congrès international de Philosophie de 1900, p. 140.
C. de Kirwan. Le Commencement et la Fin de toutes choses, Science et Croyance, p. 148.
O. Somville. La Perturbation magnétique du 31 octobre 1903, p. 175.
M. d'Ocagne. L'Art de bâtir chez les Egyptiens, p. 179.

BIBLIOGRAPHIE

Ch.-J. de la Vallée Poussin. Théorie élémentaire des Séries, par Maurice Godefroy, avec préface de L. Sauvage, p. 195.
P. Duhem. La Mécanique. Étude historique et critique de son développement, par Ernest Mach, traduction de Em. Bertrand, avec introduction de Em. Picard, p. 198.
M. O. Evaluation numérique des Grandeurs géométriques, par J. Pionchon, p. 218.
M. O. Poussées des terres. Stabilité des murs de soutènement, par Jean Resal, p. 220.
V. S. Cours d'Électricité, t. II, par H. Pellat, p. 225.
R. S. Distribution de l'énergie par les Courants polyphasés, par J. Rodet, p. 227.
V. S. Instructions météorologiques, par Alfr. Angot, p. 230.
A. X. Les Industries photographiques, par C. Fabre, p. 231.
G. Hahn, S. J. La Vie et la Mort, par A. Dastre, p. 232.
É. D. W. Rivista critica del genere *Gossypium*, par le Dr Angelo Aliotta, p. 239.
C. de K. Traité de Sylviculture, t. II, Exploitation et aménagement des bois, par P. Mouillefert, p. 241.
C. de K. La Vie de jeune homme, par le Dr Surbled, p. 245.
C. de K. La Vie de jeune fille, par le Dr Surbled, p. 247.
K. G. Droit naturel, par A. Castelein, S. J., p. 248.
P. Duhem. L'Avenir du Christianisme. Introduction : la Vie et la Pensée chrétiennes dans le passé, par Alb. Dufourcq, p. 252.

REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES

J. G. Ethnographie et linguistique : L'anthroposociologie. L'ethnographie et le Soleil. L'ethnographie et Alexandre de Humboldt. L'origine de l'écriture. Les Pygmées. L'origine asiatique des Aryas. Les langues en Italie. Les habitants de la Corse. Les Roumains. Les Esthoniens. Les premiers habitants du Japon. Les races de l'ancienne Egypte. Ethnographie de Figuig. La population au Congo. Les Baganda. Les riverains du Niger. Le peuple des Bâtards de l'Afrique australe. Ethnographie et linguistique de Madagascar. Les tribus du Paraguay et du Matto Grosso. Les Dravidiens à Sumatra. Populations des colonies allemandes de l'Océan austral. La population de l'île Yap, p. 261.
H. Bosmans, S. J. Histoire des mathématiques et des sciences : La Bibliotheca mathematica. Les *Paralipomènes* d'Euclide, par Heiberg. L'histoire du problème de la duplication du cube, par le P. Carrara. Cosmographie primitive, classique et patristique, par le P. Boffito. Documents pour l'histoire des mathématiques au moyen âge et à la renaissance, par Curtze. Les droits de priorité de Galilée ou de Simon Marius à la découverte des satellites de Jupiter. Les observations solaires de Scheiner, par le P. Schreiber. Le Journal des Savants, par Gaston Paris, p. 282.
F. Van Ortroy. Géographie : Le Bas Amazone. Le port de Strasbourg. Côte d'Ivoire et Libéria. Trois ans d'exploration en Asie centrale. Le câble transpacifique anglais. Les rivières Chitnal et Gilgit. Les voies ferrées en Afrique, p. 300.
Dr G. L. Hygiène : XIe Congrès international d'hygiène et de démographie tenu à Bruxelles du 2 au 8 septembre 1903 *(Suite)*.
É. D. W. Culture industrielle : Le camphre, sa formation et sa distribution dans le camphrier. La culture et l'industrie du coton aux Etats-Unis et dans le monde. Le thé en Chine. Les engrais de poisson au Japon et les cultures, p. 334.
Bulletin bibliographique, p. 345.

Livraison d'avril 1904

—

M. d'Ocagne. Les Instruments de précision en France, p. 353.
H. Lammens, S. J. La Syrie et son importance géographique, p. 418.
Cte F. de Montessus de Ballore. Les visées de la Sismologie moderne, p. 461.
J.-B. André. L'Hygiène alimentaire devant les récents Congrès, p. 482.
C. Beaujean. La Télégraphie sans fil, et son utilisation militaire, p. 532.
P. Duhem. Les Origines de la Statique *(Suite)*, p. 560.

VARIÉTÉS

G. Lechalas et le **Col. du Ligondès.** Le problème des Mondes semblables, p. 597.
É. D. W. Le Coton, p. 604.

BIBLIOGRAPHIE

D. T. Lehrbuch der analytischen Geometrie, bearbeitet von O. Fort und O. Schlömich, Erster Teil, Analytische Geometrie der Ebene, von O. Fort. Siebente Auflage. Besorgt von R. Heger in Dresden, p. 608.
D. T. Propagation de l'Électricité, histoire et théorie, par Marcel Brillouin, p. 609.
M. d'Ocagne. Cours élémentaire d'Astronomie et de Navigation, par P. Constan, p. 615.
E. Goedseels. Das Erdsphäroïd und seine Abbildungen, par Dr E. Haentzschel, p. 622.
H. D. G., S. J. L'Industrie des Cyanures, par R. Robine et M. Lenglen, p. 623.
J. T. Dictionnaire de Chimie photographique, 1er et 2d fasc., par G. et Ad. Braun, fils, p. 626.
X. Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire : I. Précis d'Astronomie pratique, par P. Stroobant. — II. Les Câbles sous-marins, travaux en mer, par A. Gay. — III. Essais des Métaux, par L. Gages. — IV. Essais des Combustibles, par D. Sidersky, p. 627.
T. H. Brasserie et Malterie, par P. Petit, p. 630.
É. D. W. Cartes de distribution géographique des principales matières premières d'origine végétale, par É. Perrot et H. Frouin, p. 632.
É. D. W. Travaux du Laboratoire de matières médicales de l'École supérieure de Pharmacie de Paris, par M. É. Perrot, p. 632.
J. Van den Gheyn, S. J. Les Celtes, depuis les temps anciens jusqu'en l'an 100 avant notre ère, par H. d'Arbois de Jubainville, p. 634.

REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES

R. J. Astronomie : L'hypothèse cathodique. Le rayonnement hertzien du Soleil. La théorie électronique d'Arrhénius. Les aurores polaires dans la théorie cathodique. Les aurores polaires dans la théorie hertzienne. La théorie d'Arrhénius et les comètes. Etudes physiques sur les comètes. L'essaim des Léonides depuis 1899. Vues nouvelles sur la formation des nébuleuses. Recherches récentes sur l'éclat du Soleil et des étoiles. Inexactitude de quelques lois relatives aux taches solaires. Le stéréoscope en astronomie. Les prochaines éclipses totales de Soleil, p. 639.

M. A. de Lapparent. Géologie : Le terrain houiller supérieur dans le Nord de l'Europe. L'âge des calcaires à *Productus* de l'Inde. Le permien dans les Pyrénées. L'âge des couches du Potomac en Amérique. Les formations dites interglaciaires. La tectonique alpine. Le métamorphisme de contact à Madagascar. La signification géologique des anomalies de la pesanteur, p. 662.

É. D. W. Botanique : La germination des graines. Les vents et la végétation. Origine du sucre, p. 674.

H. D. G., S. J. Chimie : Recherche et dosage de faibles traces d'arsenic. Sur la nature chimique des charbons naturels. Recherches sur la nature toxique de la fumée du tabac, p. 680.

J. D. Lucas, S. J. Physique : Rayons *N*. Rayons N_1, p. 686.

Bulletin bibliographique, p. 699.

VOLUME LVI

Livraison de juillet 1904

—

Pie X et la Société scientifique de Bruxelles, p. 5.

P. Duhem. Les Origines de la Statique *(Suite)*, p. 9.

Mis de Nadaillac. Figures peintes ou incisées sur les parois des grottes préhistoriques datant de la fin du paléolithique ou des débuts du néolithique, p. 67.

Aimé Witz. Les Températures thermodynamiques et le Zéro absolu, p. 97.

E. Beauvois. Les notions des Zéno sur les Pays transatlantiques. Nouvelles preuves de leur véracité, p. 121.

A. de Lapparent. Les surprises de la Stratigraphie, p. 145.

M. Lefebvre. Le Sang *(Suite)*, p. 180.

VARIÉTÉS

Élisée Julens. La nouvelle Artillerie de campagne, p. 246.

Jules Leclercq. La Géographie du Spitsberg, p. 256.

BIBLIOGRAPHIE.

P. P. Cours d'Analyse, t. II, Complément du calcul intégral. Fonctions analytiques et elliptiques. Equations différentielles, par G. Humbert, p. 266.

D. T. Lehrbuch der Differenzenrechnung, von Demetrius Seliwanoff, p. 275.

D. T. Obras sobre Mathematica, do Dr F. Gomes Teixeira, p. 276.
L. T. Teoria geometrica de las Lineas alabeadas y de las Superficies desarrollables, por Ed. Torroja y Caballé, p. 277.
H. Bosmans, S. J. Einleitung in die analytische Geometrie der höheren algebraischen Kurven nach den Methoden von Jean Paul de Gua de Malves. Ein Beitrag zur Kurvendiskussion, von Dr Paul Sauerbeck, p. 280.
N. S. Traité théorique et pratique des Moteurs à gaz et à pétrole, t. II. par Aimé Witz, p. 288.
V. L. Etude sur l'emploi de l'Air comprimé à haute tension comme moyen de transport mécanique souterrain, par A. Sohier et G. Massart. p. 292.
B. Les Sous-marins et la prochaine Guerre Navale, par H. Noalhat, p. 294.
G. Lechalas. Impressions lumineuses sur la rétine, par M. Charpentier, p. 298.
C. de K. La Géologie expérimentale, 2e édition. par Stanislas Meunier, p. 302.
G. Schmitz, S. J. Premières notions de Géologie, par Jules Cornet, p. 308.
V. L. Cours d'Exploitation des mines, t. II, par Alfred Habets, p. 310.
C. de K Les Soins aux malades, livre Ier, Manuel ; livre II, Questionnaire, par le Dr Surbled, p. 314.
G. Monchamp. Les quatre Eléments, le feu, l'air, l'eau, la terre. Histoire d'une hypothèse, par le Chanoine J. Laminne, p. 316.

REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES

B. Sciences militaires : La préparation financière du Japon à la guerre. Les ballons dirigeables au point de vue militaire, p. 320.
Louis Henry. Minéralogie : Sur la cryolithionite, p. 329.
V. Lambiotte. Mines : Le bassin houiller du Nord de la Belgique. La galène dans le terrain houiller. Les relations génétiques entre les différents bassins houillers belges, p. 331.
Nécrologie : G. Salmon, G.-G. Stokes, Prosper Henry, O. Callandreau. L. Cremona, H.-M. Stanley, p 338.
Bulletin bibliographique, p. 350.

Livraison d'octobre 1904

—

A. de Lapparent. Les travaux et la vie de M. Louis de Bussy, p. 353.
J.-H. Fabre. La Toile des Épeires, p. 371.
P. Duhem. Les Origines de la Statique *(Suite)*, p. 394.
C. de Kirwan. Les Peupliers au point de vue cultural et pratique, p. 474.
A. A. Fauvel. Le Chauffage au pétrole en marine, p. 509.
E. Beauvois. Les notions des Zéno sur les Pays transatlantiques. Nouvelles preuves de leur véracité *(Suite)*, p. 534.

VARIÉTÉS

C. Beaujean. La Fortification du champ de bataille, p. 573.
Alex. Halot. La Belgique sans le Congo, p. 592.

BIBLIOGRAPHIE

M. O. Leçons élémentaires sur la théorie des Fonctions analytiques, par Ed. A. Fouët, p. 597.
M. O. Leçons élémentaires sur la théorie des Groupes de transformations, professées à l'Université de Messine, par G. Vivanti, traduites par A. Boulanger, p. 610.
M. O. Leçons sur l'Intégration et la recherche des Fonctions primitives, par Henri Lebesgue, p. 615.
P. M. L'Euclide emendato del P. Gerolamo Saccheri. Traduzione e note del Prof. G. Boccardini, p. 618.
A. Witz. Phénomènes fondamentaux et principales applications du Courant alternatif, par R. Swingedauw, p. 619.
V. S. Éléments de Chimie inorganique, par W. Ostwald, traduits de l'allemand par L. Lazard, 1re partie, Métalloïdes, p. 621.
F. de M. de B. Handbuch der Erdbebenkunde, par Aug. Sieberg, p. 629.
J. T. L'art de construire dans les pays à tremblements de terre, par le Cte F. de Montessus de Ballore, p. 633.
C. de Kirwan. Les Lois naturelles, réflexions d'un biologiste sur les sciences, par Félix Le Dantec, p. 636.
J. Van den Gheyn, S. J. Les Gutturales grecques (Recueil des travaux publiés par la Faculté de philosophie et lettres de l'Université de Gand, 29e fasc.), par Joseph Mansion, p. 642.
B. Annuaire financier et économique du Japon, publié par le Ministère des Finances, 4e année, p. 644.
A. V. Histoire du Syndicat mixte de l'industrie roubaisienne, par Alex. Faidherbe, père, p. 650.
A. V. Le Imposte nello Stato moderno, Vol. I, l'Imposizione personale secondo il diritto finanziario positivo, par Aless. Garelli, p. 651.
A. V. Étude historique et critique sur les Jeux de Bourse et les Marchés à terme, par Em. Vercamer, p. 654.
A. V. Cours d'Économie politique, t. II, par C. Colson, p. 656.

REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES

H. Bosmans, S. J. Histoire des mathématiques et des sciences : Bibliotheca mathematica. De l'histoire générale des sciences, par Paul Tannery. L'histoire du problème de la trisection de l'angle, par le P. B. Carrara, S. J. Histoire des mathématiques au XVIe et au XVIIe siècle, par M. Zeuthen. Les *Pneumatiques* de Philon de Byzance, par Carra de Vaux. Hermann le Dalmate, traducteur des traités arabes. Biographie de Kepler, par Ad. Müller, S. J. Les derniers travaux bibliographiques sur les ouvrages de Michel Florent van Langren, p. 659.
V. D. B. Agriculture, p. 678.
F. Van Octroy. Géographie : Les ports badois sur le Rhin. Les grands ports français de l'Atlantique. De l'Atlantique au Tchad, par le Niger et la Bénoué. Accords anglo-français du 8 avril 1904. L'*Année cartographique*, p. 686.
J. Thirion, S. J. M. le Mis de Nadaillac, p. 699.

VOLUME LVII

Livraison de janvier 1905

—

F. Kaisin. Le Feu Central, p. 5.
G. Lechalas. Les Sourdes-Aveugles, p. 21.
V. Schaffers, S. J. Les Décharges électriques dans les Gaz, p. 52.
P. Duhem. Les Origines de la Statique *(Suite)*, p. 96.
Th. Gollier. Le Peuple Japonais, p. 150.
G. de Fooz. Le Tunnel du Simplon, p. 188.

VARIÉTÉS

C. Beaujean. Un nouveau livre sur la Balistique intérieure, p. 242.
E. Beauvois. Les Culuas ou Croisiers de l'Amérique précolombienne, p. 252.

BIBLIOGRAPHIE

M. O. Théories des Groupes finis. Éléments de la théorie des Groupes abstraits, par J. A. de Séguier, p. 258.
P. Mansion. Introduction à la Géométrie générale, par G. Lechalas, p. 260.
J. N. Der geometrische Vorkursus in schulgemässer Darstellung, bearbeitet von E. Wienecke, p. 263.
B. L. Traité de Perspective linéaire, par O. Lambot, p. 264.
B. L. Abaque des Amortissements, par J. Schul, S. J., p. 265.
J. N. Physikalisches Praktikum für Anfänger, dargestellt in 25 Arbeiten, von Dr Pfeiffer, p. 266.
V. S. Experimentelle Elektrizitätslehre, mit besonderer Berücksichtigung der neueren Anschauungen und Ergebnisse, dargestellt von Dr Hermann Starke, p. 267.
V. S. Mathematische Einführung in die Elektronentheorie, von Dr A. H. Bucherer. — Einführung in die Maxwellsche Theorie der Elektrizität, von Dr A. Föppl, p. 269.
V. S. Résistance, Inductance et Capacité, par J. Rodet, p. 271.
V. S. Notices sur l'Électricité, par A. Cornu, p. 272.
V. S. Lois fondamentales de l'Électrochimie, par P.-Th. Muller, p. 272.
J. T. Leçons sur la Navigation aérienne, par L. Marchis, p. 273.
G. Lechalas. Essai sur l'Esprit musical, par Lionel Dauriac, p. 274.
G. Lechalas. La Peinture, par Jules Breton, p. 276.
G. Lechalas. Stéréoscopie et Projection visuelle, par H. Parinaud, p. 279.

N. S. Traité des Essais des Matériaux destinés à la Construction des Machines. Méthodes, Machines. Instruments de mesure, par A. Martens, p. 283.

É D. W. Der Anbau der Faserpflanzen, besonders der Baumwolle, in den Kolonien, par le Dr F. Schultz, p. 286.

É. D. W. The Timbers of the Commerce and their Identification, par H. Stone, p. 286.

É. D. W. De Teelt van Bacoven voor export, par le Dr C. J. J. van Hall, p. 287.

Xavier Francotte. Psychologie. La Science de l'Ame dans ses rapports avec l'Anatomie, la Physiologie et l'Hypnotisme, par le Père A. Castelein, S. J., p. 288.

X. Hippolyte Taine, par Lucien Roure, p. 292.

REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES

C. de Kirwan. Sylviculture : Du déclin (?) de la propriété forestière. De l'éclaircie dans les bois des particuliers. La déforestation et le régime des cours d'eau. Influence de l'humidité sur la croissance des arbres. La lune a-t-elle ou n'a-t-elle pas d'action sur la sève des arbres ? Peupliers remarquables. Graine et semis de pin sylvestre. Le sapin et l'épicéa comparés. Le sapin commun en Belgique. Le sapin de Numidie. Un " président " de sapins. Vitalité de graines et alternance d'essence. Substitution graduelle des résineux aux taillis dans le Morvand. Trois essences résineuses du Canada. Un peu de statistique forestière et commerciale. Etendues des forêts européennes et leur proportion avec l'étendue de leurs pays respectifs. La sylviculture en Autriche, p. 293.

V. Schaffers, S. J. Physique : L'enquête sur les rayons N, p. 317.

É. D. W. Botanique industrielle et commerciale : Le caoutchouc brésilien. Le coton et la culture du cotonnier. Le palmier à huile. Amélioration et conservation des bois. L'eucalyptus et la fièvre paludéenne. Le commerce des fruits aux Antilles. Bananes et ananas. Les mycorhizes des racines latérales du vanillier et des poivriers. La formation du miel. Les propriétés du miel d'après les auteurs arabes. Matières colorantes employées par les indigènes des Indes Néerlandaises pour colorer leurs aliments, p. 327.

J Claerhout. Ethnographie : La Station palustre de Denterghem, p. 342.

Bulletin bibliographique, p. 346.

J. Thirion, S. J P. Tannery et A. Arcelin, p. 352.

Livraison d'avril 1905

—

C. de Kirwan. Adrien Arcelin, p. 353.

C. Beaujean. Les Progrès de l'Artillerie depuis l'invention des Canons rayés, p. 358.

J.-J. Van Biervliet. Le sixième Sens, p. 384.

J. Thirion, S. J. Les Systèmes stellaires, p. 410.

P. Duhem. Les Origines de la Statique *(Suite)*, p. 462.

Dr Ach. Haibe. L'Épuration des Eaux résiduaires, p. 525.

H. Bosmans, S. J. Notice sur les travaux de Paul Tannery, p. 544.

P. Peeters, S. J. Les Missions catholiques et les Langues indigènes, p. 575.

BIBLIOGRAPHIE

M. O. Collection de monographies sur la Théorie des Fonctions, publiée sous la direction de M. Émile Borel, p. 616.

Edgard Jacobs. Le Calcul simplifié par les procédés mécaniques et graphiques, p. 622.

H. Bosmans, S. J. Geschichte der Elementar-Mathematik in systematischer Darstellung, von Dr Johannes Tropfke, p. 626.

A. Witz. Traité théorique et pratique d'Électricité, par H. Pécheux, p. 631.

J. T. La Bobine d'Induction, par H. Armagnat, p. 632.

V. S. Neue Beiträge zur Frage des mathematischen und physikalischen Unterrichts an den höheren Schulen, gesammelt und herausgegeben von F. Klein und E. Riecke, p. 634.

J. T. L'Éther, Principe universel des forces, par A. Marx, p. 636.

J. T. The Study of Chemical Composition, by Ida Freund, p. 640.

J. T. Manuel pratique de l'Éclairage au gaz acétylène, par R. Robine, p. 647.

É. D. W. Sylloge Algarum omnium hucusque cognitarum digessit Dr J.-B. De Toni, p. 648.

C. de Kirwan. Muscinées de la France, seconde partie : Hépatiques, par M. l'abbé Boulay, p. 648.

G. Lechalas. Les Jeux des Enfants, Étude sur l'Imagination créatrice chez l'Enfant, par Fréd. Queyrat, p. 650.

É. D. W. Allgemeine und spezielle Wirtschaftsgeographie, von Ern. Friedrich, p. 653.

C. de Kirwan. Le Vice solitaire, par le Dr Surbled, p. 654.

E. R. Institutiones Metaphysicae specialis, quas tradebat P. Stan. De Backer, S. J., t. III, Psychologia, de Vita rationali, p. 655.

C. de Kirwan. Apologie scientifique de la Foi chrétienne, par Mgr Duilhé de Saint-Projet, nouvelle édition par M. l'abbé J.-B. Sanderens, p. 658.

REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES

A. de Lapparent. Géologie : Les éruptions volcaniques et la pluie. La production du quartz dans les roches éruptives. La durée de la Tethys. La persistance de la mer arctique. Les progrès de la géologie africaine. L'explication des contours du massif armoricain, p. 666.

A. P. Hygiène et Agriculture, p. 677.

J. Claerhout. Ethnographie : La collection des antiquités danoises au Musée national de Copenhague, p. 685.

Bulletin bibliographique, p. 691.

Nécrologie : F. Folie, p. 698.

VOLUME LVIII

Livraison de juillet 1905

—

V. Schaffers, S. J. La Radioactivité, p. 5.
C. de Kirwan. Utilité économique et physique des Forêts, p. 53.
Dr J. Cuylits. Aperçu sur la Médecine mentale au moyen âge, p. 74.
Noguier. Trypanosomes et Trypanosomiases, p. 99.
P. Duhem. Les Origines de la Statique *(Suite)*. p. 115.
La Crise du Libre-Échange en Angleterre, et ses conséquences, p. 202.
I. **G. Blondel.** L'Évolution économique de l'Angleterre au XIXe siècle, p. 205.
II. **Ch. Dejace.** La Crise du Libre-Échange, p. 221.
III. **A. Viallate.** L'Angleterre et la Politique mondiale, p. 243.
IV. **Emm. de Meester.** Les Intérêts d'Anvers, p. 265.
V. **P. de Laveleye.** L'Industrie sidérurgique, p. 288.
VI. **Éd. Vander Smissen.** La Politique des traités, p. 307.

BIBLIOGRAPHIE

M. O. Encyclopédie des sciences mathématiques pures et appliquées. Édition française publiée sous les auspices de Jules Molk. Tome I, premier volume, *Arithmétique*, fascicule premier, p. 319.
M. O. Cours de Navigation intérieure, par J.-B. de Mas. Tome III. Canaux, p. 321.
Éd. Goedseels. Leçons sur la Topométrie et la Cubature des terrasses, comprenant des notions de Nomographie, professées par Maurice d'Ocagne, p. 325.
J. T. Les Éclipses de Soleil. par G. Bigourdan, 328.
B. Que vaut l'Alliance russe ? Par Marcel Rouffie, p. 329.
G. Lechalas. Les Secrets du Coloris, par G. de Lescluze, p. 332.
H. L. Les Influences ancestrales, par F. Le Dantec, p. 338.
J. G. Recherches anthropologiques en Égypte, par Ernest Chantre, p. 341.
J. G. Le Mobilier funéraire Gallo-Romain et Franc en Picardie, p. 347.

REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES.

B. Sciences militaires : Effets des armes à feu de petit calibre. La transformation des institutions militaires aux États-Unis d'Amérique, p. 351.
É. D. W. Botanique : Nouvelles recherches sur le rôle de l'Acide Cyanhydrique dans les plantes vertes. La reproduction sexuelle des Mucorinées. La structure des cellules des Cyanophycées, p. 356.
Bulletin bibliographique, p. 359.

Livraison d'octobre 1905

A. de Lapparent. Les nouveaux Aspects du Volcanisme, p. 361.
V. Grégoire. Le Mouvement antimécaniciste en Biologie, p. 385.
E. Beauvois. Le Monastère de Saint-Thomas et ses Serres chaudes, p. 417.
J.-H. Fabre. Le Scorpion languedocien, p. 455.
Th. Moreux. La Mesure de la Distance de la Terre au Soleil, p. 476.
P. Duhem. Les Origines de la Statique *(Suite)*, p. 508.
A. Proost. Une Herborisation sur la Côte d'Azur, p. 559.

VARIÉTÉS

G. Lechalas. La nouvelle Mécanique du colonel Hartmann, p. 587.
J. Charles. La Corée aux Japonais, p. 591.
E. J. Les Positions fortifiées de la Meuse, p. 601.

BIBLIOGRAPHIE

C. de la Vallée Poussin. Elementares Lehrbuch der algebraischen Analysis und der Infinitesimal-Rechnung mit zahlreichen Uebungsbeispielen, von E. Cesaro, p. 611.
M. O. Œuvres de Laguerre, publiées sous les auspices de l'Académie des Sciences, par MM. Ch. Hermite, H. Poincaré et É. Rouché, membres de l'Institut. T. II : Géométrie, p. 612.
M. O. Leçons de Mécanique céleste, professées à la Sorbonne par H. Poincaré. Tome I : Théorie générale des Perturbations planétaires, p. 616.
X. De l'Acoustique dans les Églises par rapport à la Chaire, par le P. Greff, p. 621.
G. Lechalas. La Coloration enseignée à l'École des Arts industriels, par G. de Lescluze, p. 622.
V. S. Lehrbuch der praktischen Physik von Friedrich Kohlrausch, p. 623.
V. S. Leçons sur l'Électricité, professées à l'Institut électrotechnique Montefiore, par Éric Gérard, p. 624.
V. S. Leçons sur la Théorie des Gaz, par L. Boltzmann, traduites par A. Gallotti et H. Bénard, avec une introduction et des notes de M. Brillouin. Seconde partie, p. 629.
V. S. Éléments de Chimie inorganique, par W. Ostwald, traduits de l'allemand par L. Lazard. Seconde partie, Métaux, p. 630.
H. Bosmans, S. J. Kritische Studien zur ältesten Geschichte der Chinarinde, von professor J. Rompel, p. 631.

L. N., **S. J.** Flora descriptiva é ilustrada de Galicia, por el R. P. B. Merino, S. J., p. 638.

É. D. W. Technologie du Thé, par H. Neuville, p. 639.

É. D. W. Précis historique, descriptif, analytique et photomicrographique des végétaux propres à la fabrication de la cellulose et du papier, par L. et M. Rostang, et Fleury Percie du Sert, p. 640.

É. D. W. L'Élevage au Soudan, par C. Pierre et C. Monteil, p. 641.

G. Lechalas. Le Mécanisme des Émotions, par le Dr P. Sollier, p. 642.

É. D. W. Préparation aux carrières coloniales. Conférences faites par Le Myre de Vilers, Dr Vreille, L. Simon, E. Fallot, J.-B. Malon, Paris, L. Fontaine, M. Courant, Gironne, A. Liesse, augmenté d'un *Petit Manuel d'hygiène* des colons, p. 648.

M. E. Hambourg et les Exigences de la Navigation moderne. Outillage et Trafic, par J. Charles, S. J., p. 650.

J. C. L'Amérique au travail, par J. F. Fraser, p. 654.

REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES.

J. Claerhout. Ethnographie : L'Homme de Krapina. Ethnographie de l'Océanie et de l'Afrique. La question des Eolithes, p. 657.

F. Van Ortroy. Géographie : L'Année cartographique. L'irrigation en Egypte depuis l'achèvement du réservoir d'Assouan. Voyage au Yun-nan et au Tibet oriental. Canaux en Prusse. Bizerte, p. 662.

É. D. W. Botanique : Les végétaux de l'Afrique tropicale française, p. 670.

J. Carlier. Notes : De l'opportunité de la création d'un cours de transport dans les Universités, p. 676.

Bulletin bibliographique, p. 678.

AMNH LIBRARY
100226257